ĐẠI HỌC XÂY DỰNG HÀ NỘI
Đình Sung (chủ biên)
Gôn
uy Cấp

CÔNG NGHỆ GIA CÔNG KIM LOẠI





NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG HÀ NỘI

THS. PHẠM ĐÌNH SÙNG (CHỦ BIÊN)
THS. BÙI LÊ GÔN - THS. TRỊNH DUY CẤP

CÔNG NGHỆ
GIA CÔNG KIM LOẠI

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 1998

LỜI NÓI ĐẦU

Thực hiện chủ trương cải cách giáo dục đại học của Bộ giáo dục và đào tạo và kế hoạch hoàn thiện các giáo trình, sách học của Trường đại học xây dựng Hà Nội, Bộ môn Cơ sở cơ khí đã có kế hoạch viết một loạt các giáo trình và sách nhằm từng bước cung cấp đầy đủ các tài liệu cho sinh viên.

Theo chương trình đào tạo mới của ngành Cơ – Điện xây dựng đã được hội đồng khoa học Khoa và nhà trường thông qua, hai môn học Công nghệ kim loại và Công nghệ chế tạo máy đã được ghép lại thành môn học mới là Công nghệ gia công kim loại. Giáo trình này nhằm cung cấp cho các sinh viên theo học ngành cơ điện xây dựng những kiến thức cơ sở được cập nhật về công nghệ kim loại và công nghệ chế tạo máy để có thể tiếp tục học các môn chuyên môn của ngành cơ khí xây dựng. Giáo trình cũng có thể được dùng làm tài liệu tham khảo cho các sinh viên theo học các ngành phi cơ khí của Trường như : ngành Vật liệu xây dựng, ngành Kĩ thuật môi trường v.v...

Phân công viết giáo trình như sau :

Ths. Phạm Đình Sùng (Chủ biên) viết các chương 1, 2, 3.

Ths. Bùi Lê Gôn viết các chương 4, 5, 6, 7.

Ths. Trịnh Duy Cấp viết các chương 8, 9, 10, 11, 12, 13

Do kinh nghiệm còn có hạn nên tài liệu chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Nhóm tác giả rất mong nhận được các ý kiến đóng góp và phê bình của các đồng nghiệp và các độc giả. Ý kiến đóng góp xin gửi về : Bộ môn Cơ sở cơ khí, Trường đại học xây dựng Hà Nội, số 5 đường Giải Phóng, Hà Nội.

CÁC TÁC GIẢ

Phần I
CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG PHÔI

Chương 1
SẢN XUẤT ĐÚC

1.1 KHÁI NIỆM, ĐẶC ĐIỂM, PHÂN LOẠI

1.1.1 Khái niệm

Đúc là phương pháp chế tạo sản phẩm bằng cách rót kim loại lỏng vào khuôn đúc có hình dạng và kích thước nhất định. Sau khi kim loại đông đặc, ta thu được vật phẩm có hình dạng và kích thước phù hợp với yêu cầu. Vật phẩm đúc ra có thể dùng ngay được thì gọi là chi tiết đúc. Phần lớn vật đúc còn phải qua gia công cắt gọt để tăng độ bóng bề mặt và nhận được kích thước chính xác - gọi là phôi đúc.

Sản xuất đúc là phương pháp chế tạo sản phẩm kim loại rất phổ biến. Có thể tiến hành đúc trong khuôn cát, đúc trong khuôn kim loại, đúc dưới áp lực... Kĩ thuật đúc ngày càng được cải tiến nhằm tăng năng suất và nâng cao chất lượng sản phẩm.

1.1.2 Đặc điểm

Đúc có những ưu điểm sau :

- Có thể đúc được tất cả các vật liệu nấu chảy lỏng như : gang, thép, kim loại và hợp kim, vật liệu phi kim loại...
- Có thể đúc được những vật có khối lượng rất khác nhau, từ vài gam đến vài trăm tấn.
- Có thể đúc được những chi tiết có hình dạng phức tạp.
- Vật đúc có độ bóng, độ chính xác cao nếu áp dụng các phương pháp đúc đặc biệt.
- Có thể chế tạo được các chi tiết có cơ tính khác nhau trong một vật đúc.
- Vốn đầu tư ít, năng suất cao.

Ngành đúc đang cố gắng khắc phục các nhược điểm sau :

- Giảm bớt lượng dư gia công cơ khí để giảm chi phí vật liệu kim loại.
- Áp dụng công nghệ thích hợp để giảm bớt các loại khuyết tật như rỗ, nứt trong vật đúc.
- Nâng cao độ chính xác, độ bóng bề mặt vật đúc.
- Cơ khí hóa và tự động hóa sản xuất đúc để tăng năng suất lao động.

1.1.3 Phân loại

Người ta thường phân loại sản xuất đúc theo các phương pháp sau :

- Theo loại khuôn ta có : Khuôn đúc một lần, khuôn bán vĩnh cửu, khuôn vĩnh cửu . Nghĩa là loại khuôn hoặc chỉ đúc được một vật đúc, hoặc chỉ rót được một số lần hạn chế hoặc rót được rất nhiều lần rót.

- Theo mức độ ta có : Đúc trong khuôn cát, đúc đặc biệt...

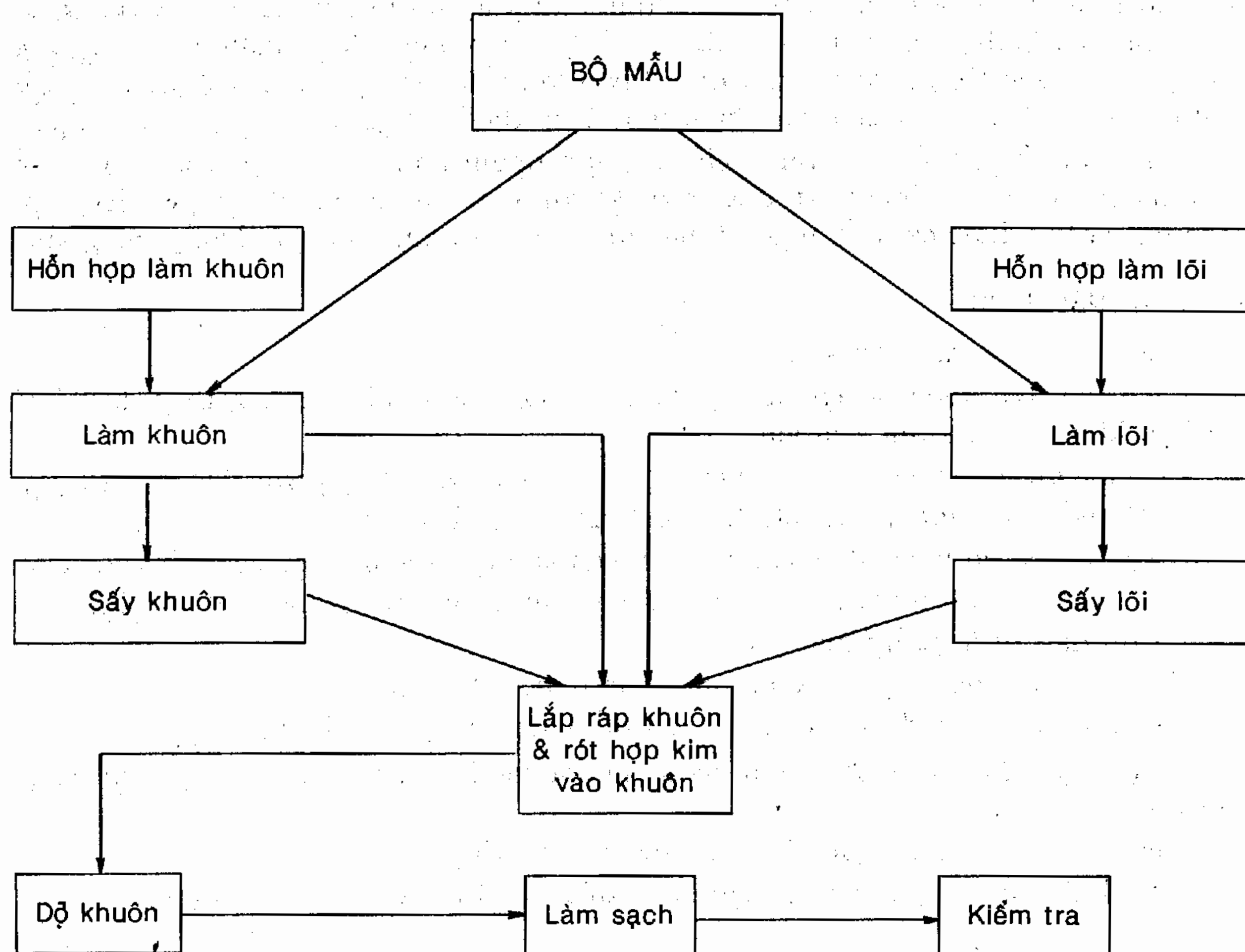
1.2 ĐÚC TRONG KHUÔN CÁT

Khuôn cát là loại khuôn được chế tạo bằng một hỗn hợp mà trong đó cát là thành phần chính.

Khuôn cát là loại khuôn đúc một lần. Phải phá khuôn và lõi khi lấy vật đúc đã đông đặc. Trong khuôn cát, có thể chế tạo vật đúc rất lớn, độ phức tạp cao, nhưng vật đúc trong khuôn này có độ chính xác thấp, chất lượng bề mặt kém, năng suất không cao, đòi hỏi bậc thợ cao. Phương pháp này phù hợp với một số điều kiện như sản xuất đơn chiếc, linh động, đơn giản... nên nó vẫn được dùng rất phổ biến.

1.2.1 Quy trình sản xuất vật đúc trong khuôn cát

(Xem hình 1.1)



Hình 1.1 Quá trình sản xuất vật đúc trong khuôn cát.

Quy trình sản xuất vật đúc trong khuôn cát có thể tóm tắt như sau :

- Bộ phận kĩ thuật căn cứ theo bản vẽ cơ khí, lập ra bản vẽ vật đúc, trong đó có mặt phân khuôn, lõi, độ dốc đúc, lượng dư gia công cơ khí, dung sai, độ co ngót của kim loại khi đông đặc...

- Bộ mẫu là một loạt các mẫu khác nhau như : tấm mẫu, mẫu hệ thống rót, đậu ngót. Trong đó mẫu đúc và hộp lõi là bộ phận chủ yếu. Mẫu đúc dùng để chế tạo lòng khuôn đúc trong hỗn hợp làm khuôn, hộp lõi dùng để làm lõi (nếu có). Mẫu, hộp lõi thường do xưởng mộc sản xuất.

- Khuôn, mẫu, hộp lõi thường làm thành hai nửa và lắp với nhau bằng các chốt định vị.

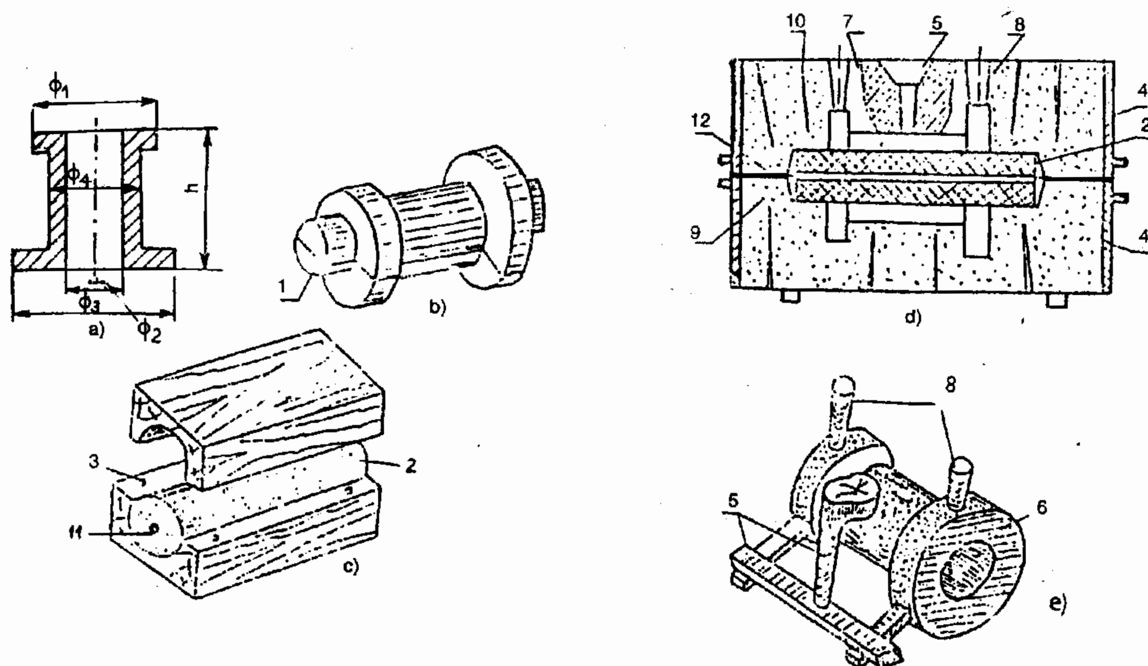
- Khuôn đúc và lõi thường phải sấy khô để tăng cơ tính và khả năng thông khí.

- Bộ phận nấu chảy kim loại lỏng phải phối hợp nhịp nhàng với quá trình làm khuôn, lắp ráp khuôn để tiến hành rót kim loại lỏng vào khuôn kịp thời.

- Sau khi kim loại đông đặc, vật đúc được hình thành trong khuôn, tiến hành dỡ khuôn, phá lõi, kiểm tra vật đúc bằng thủ công hoặc bằng máy.

- Kiểm tra là khâu cuối cùng, gồm kiểm tra hình dáng, kích thước, chất lượng bên trong...

1.2.2 Những bộ phận chính để đúc vật đúc trong khuôn cát



Hình 1.2 Các bộ phận của khuôn đúc.
a) Chi tiết ; b) Mẫu đúc ; c) Hộp lõi ; d) Khuôn đúc ; e) Vật đúc.
1. Tai mẫu ; 2. Lõi ; 3. Chốt định vị ; 4. Hòm khuôn ; 5. Hệ thống rót ; 6. Vật đúc ; 7. Lòng khuôn ; 8. Đậu ngót và đậu hơi ; 9. Hỗn hợp khuôn ; 10. Xăm hơi ; 11. Lỗ thoát hơi của lõi ; 12. Mặt phân khuôn.

1.2.3 Hỗn hợp làm khuôn và làm lõi

a) Yêu cầu đối với hỗn hợp làm khuôn và làm lõi :

Hỗn hợp làm khuôn và làm lõi phải thoả mãn các yêu cầu sau :

– **Tính dẻo :** là khả năng biến dạng vĩnh cửu của hỗn hợp sau khi ngoại lực thôi không tác dụng. Tính dẻo của hỗn hợp đảm bảo tạo thành lòng khuôn, vết in khi ta lấy mẫu ra khỏi khuôn.

Tính dẻo tăng khi lượng nước trong hỗn hợp tăng (đến 8%), đất sét, chất kết dính tăng, cát hạt nhỏ.

– **Độ bền :** là khả năng của hỗn hợp chịu được tác dụng của ngoại lực mà không bị phá huỷ. Khuôn, lõi cần đảm bảo bền trong quá trình vận chuyển, lắp ráp, chịu áp lực của kim loại lỏng trong quá trình rót.

Độ bền của hỗn hợp tăng khi lượng nước tăng đến 8%, cát nhỏ, không đồng đều, sắc cạnh và khi lượng đất sét tăng. Khuôn khô có độ bền cao hơn khuôn tươi.

– **Tính lún :** là khả năng giảm thể tích của hỗn hợp khi có ngoại lực tác dụng. Tính lún làm giảm sự cản trở của khuôn, lõi khi vật đúc đông đặc và nguội, tránh cong vênh, nứt.

Tính lún đặc biệt quan trọng đối với **hỗn hợp làm lõi**.

Tính lún tăng khi hạt to, chất kết dính ít, thêm các chất phụ gia càng làm tăng tính lún của hỗn hợp (ví dụ : Mùn cưa, rơm rạ, bột than).

– **Tính thông khí :** là khả năng cho khí thóat qua hỗn hợp ra ngoài tránh gây rỗ khí. Tính thông khí tăng khi cát hạt to và đều, lượng đất sét và chất kết dính ít, chất phụ nhiều và lượng nước ít. Để tăng tính thông khí, trong quá trình làm khuôn, làm lõi, người ta còn dùng xiên sắt tạo nên các xăm hơi.

– **Tính bền nhiệt :** là khả năng giữ được độ bền ở nhiệt độ cao, không bị chẩy, cháy, không bị mềm ở nhiệt độ cao, đảm bảo hình dạng vật đúc.

Tính bền nhiệt tăng khi lượng SiO_2 trong hỗn hợp tăng, cát to và tròn, chất phụ ít.

– **Độ ẩm :** là lượng nước chứa trong hỗn hợp tính bằng %. Độ ẩm tăng đến 8% làm cho độ bền, độ dẻo của hỗn hợp tăng, vượt quá giới hạn đó sẽ có ảnh hưởng xấu.

– **Tính bền lâu :** khả năng có thể sử dụng hỗn hợp nhiều lần nhằm mục đích tăng hiệu quả kinh tế, trong khi vẫn đảm bảo các yêu cầu kĩ thuật.

b) Các vật liệu làm khuôn, làm lõi

Hỗn hợp làm khuôn, làm lõi bao gồm cát, đất sét, chất dính kết và chất phụ.

– **Cát :** cát là thành phần chủ yếu của hỗn hợp làm khuôn, lõi. Thành phần của cát chủ yếu là thạch anh (SiO_2), ngoài ra còn có một ít đất sét và tạp chất khác.

– **Đất sét :** Thành phần chủ yếu là cao lanh có công thức hóa học là $mAl_2O_3.nSiO_2.qH_2O$, ngoài ra còn có một số tạp chất khác như $CaCO_3$, Fe_2O_3, Na_2CO_3. Đất sét cho vào hỗn hợp làm khuôn, lõi nhằm mục đích tăng độ dẻo, độ bền của hỗn hợp.

– **Chất kết dính :** là những chất được đưa vào hỗn hợp để tăng độ dẻo, độ bền của hỗn hợp.

Các chất kết dính thường dùng là : dầu thực vật (dầu lanh, dầu bông, dầu trẩu). Các chất hoà tan trong nước (đường, mật mía, bột hồ...), các chất dính kết hóa cứng (nhựa thông, ximăng, hắc ín...) và nước thủy tinh.

- Chất phụ : Là những chất đưa vào nhằm tăng tính lún, tính thông khí, tăng độ bóng bề mặt khuôn và tăng khả năng chịu nhiệt của hỗn hợp, gồm hai dạng chính sau :

+ Những chất phụ như mùn cưa, rơm rạ, bột than. Kim loại lỏng có nhiệt độ cao, khi rót vào khuôn các chất này bị cháy tạo nên các khoảng trống trong hỗn hợp làm tăng độ xốp, độ lún và khả năng thoát khí.

+ Chất sơn khuôn : Có thể dùng bột graphít, bột than, nước thủy tinh hoặc dung dịch của chúng với đất sét. Các chất này được sơn lên bề mặt khuôn, lõi để tăng độ bóng, tính chịu nhiệt của chúng.

c) Chế tạo hỗn hợp làm khuôn và làm lõi

Đem trộn các vật liệu trên với tỷ lệ nhất định phụ thuộc vào vật liệu, khối lượng vật đúc, ta được hỗn hợp làm khuôn, làm lõi.

Hỗn hợp làm khuôn chia làm hai loại :

- **Cát áo** : Dùng để phủ sát mẫu khi làm khuôn, nên phải có độ bền, độ dẻo cao và bền nhiệt vì lớp cát này tiếp xúc trực tiếp với kim loại lỏng. Cát áo thường được làm bằng vật liệu mới và chiếm khoảng 10 - 15 % lượng cát làm khuôn. Ngoài ra, cát áo phải có độ hạt nhỏ, mịn để tăng độ bóng bề mặt của vật đúc.

- **Cát đệm** : Dùng để đệm cho phần khuôn còn lại nhằm làm tăng độ bền của khuôn. Cát đệm không có yêu cầu cao như cát áo nhưng phải có tính thông khí cao. Sử dụng cát đệm cũng chính để nhằm tăng hiệu quả kinh tế trong khi vẫn bảo đảm yêu cầu kĩ thuật. Thường dùng cát cũ để làm cát đệm và nó chiếm khoảng 85 - 90 % tổng lượng cát khuôn.

Tỉ lệ các vật liệu trong hỗn hợp làm khuôn tuỳ thuộc vào vật liệu, trọng lượng vật đúc, song nói chung trong thực tế, thường cát chiếm khoảng 70 - 80 %, đất sét khoảng 8 - 20 %.

So với hỗn hợp làm khuôn, **hỗn hợp làm lõi có yêu cầu cao hơn** do lõi làm việc ở điều kiện khó khăn hơn, nhất là yêu cầu với **tính lún** của hỗn hợp làm lõi. Nếu tính lún của hỗn hợp làm lõi kém, trong quá trình đông đặc, lõi có thể gây áp lực lớn lên vật đúc (vì đa số kim loại giảm thể tích trong quá trình đông đặc), nếu áp lực vượt quá giới hạn bền của kim loại, có thể dẫn tới vật đúc bị nứt. Thông thường người ta tăng hàm lượng thạch anh (SiO_2), giảm tỷ lệ đất sét, chất kết dính, chất phụ và phải sấy lõi.

1.2.4 Các phương pháp làm khuôn

a) Làm khuôn bằng tay

+ Khái niệm : Là phương pháp làm khuôn được tiến hành bằng tay nhờ một số dụng cụ đơn giản. Nó có đặc điểm :

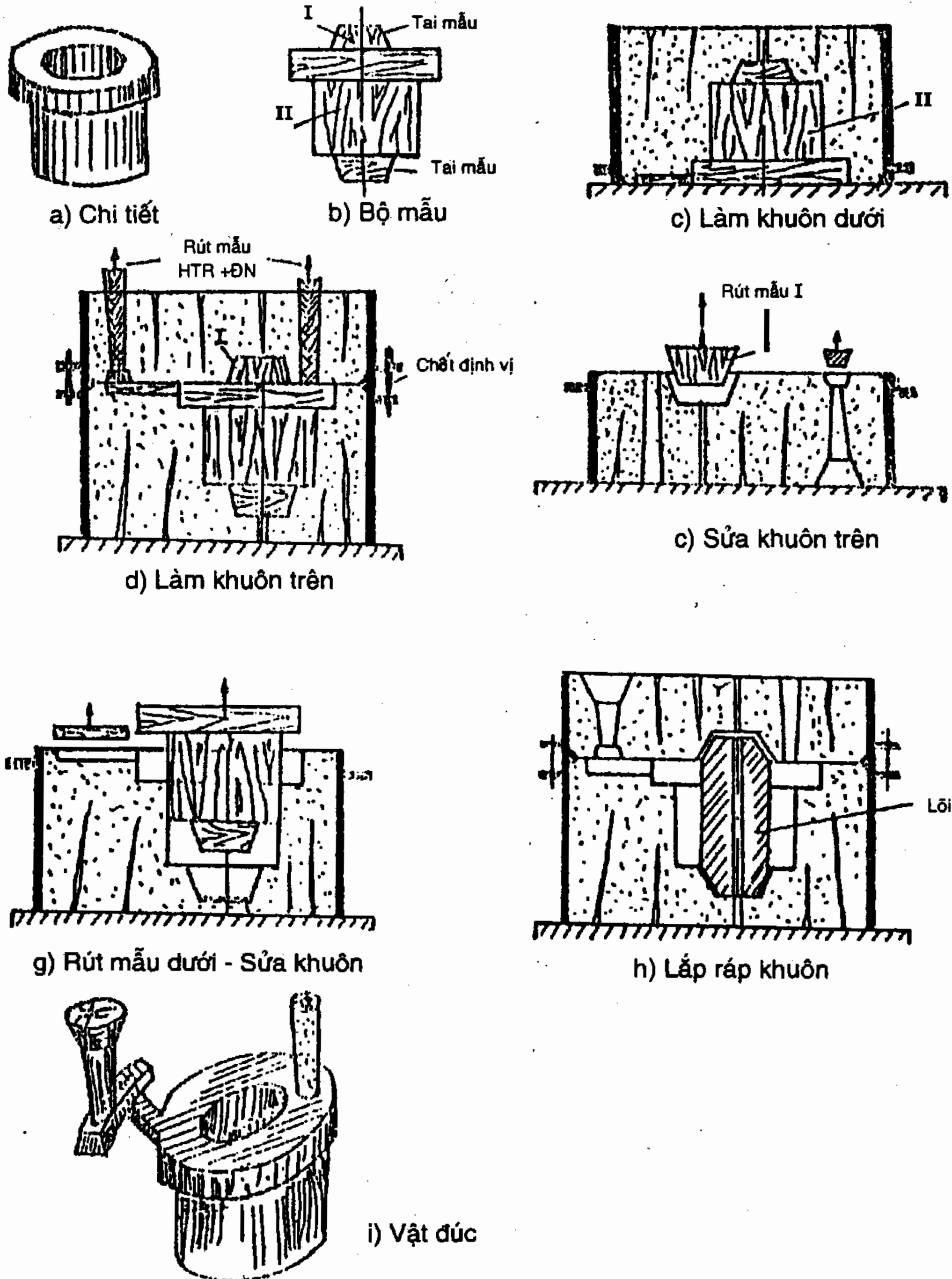
- Cho phép chế tạo được các khuôn phức tạp hoặc có kích thước lớn.
- Dạng sản xuất linh động, phù hợp với sản xuất đơn chiếc, hàng loạt nhỏ.

- Độ chính xác không cao, năng suất thấp.

- Điều kiện lao động nặng nhọc, quy trình chế tạo khuôn dài, trình độ công nhân đòi hỏi tay nghề cao.

+ Làm khuôn trong hai hòm khuôn : Hình 1.3 trình bầy quy trình làm khuôn trong hai hòm khuôn.

Quy trình làm khuôn như sau : (Hình 1.3)



Hình 1.3 Làm khuôn trong hai hòm khuôn.

- Lấy nửa mẫu và hòm khuôn dưới để làm khuôn dưới. Hỗn hợp làm khuôn được rải theo từng lớp lần lượt, đầm chặt, xăm hơi để tăng khả năng thóat khí.

- Quay khuôn dưới đi 180° và rắc bột phân cách (hỗn hợp khô). Đặt hòm khuôn trên lên trên hòm khuôn dưới qua các chốt định vị. Đặt mẫu của hòm khuôn trên, đặt hệ thống rót và đậu ngót. Sau khi đầm chặt, xăm hơi, rút mẫu và đậu ngót, sửa chữa đem lật lại để rút mẫu của hòm trên.

- Rút mẫu của hòm khuôn dưới, sửa chữa lòng khuôn, hệ thống rót.

- Lắp lõi, lắp khuôn trên theo chốt định vị để chuẩn bị rót kim loại lỏng.

Trên đây giới thiệu phương pháp làm khuôn trong hai hòm khuôn. Ngoài ra, tuỳ theo phương thức sản xuất (đơn chiếc, hàng loạt), và tuỳ theo độ phức tạp của vật đúc, người ta còn tiến hành làm khuôn theo các công nghệ khác như : Làm khuôn trên nền xưởng, làm khuôn bằng nhiều hòm khuôn...

b) Làm khuôn bằng máy

- **Khái niệm :** Để nâng cao năng suất, chất lượng và giảm giá thành sản phẩm, người ta tiến hành làm khuôn trên máy làm khuôn.

Làm khuôn bằng máy là phương pháp làm khuôn trong đó toàn bộ các nguyên công hoặc một phần các nguyên công trong quá trình làm khuôn là do máy đảm nhận.

Làm khuôn bằng máy chỉ được thực hiện đối với các vật đúc không quá phức tạp, không quá lớn, vật liệu khuôn đồng nhất. Nó thích hợp cho sản xuất hàng loạt.

- **Máy làm khuôn :**

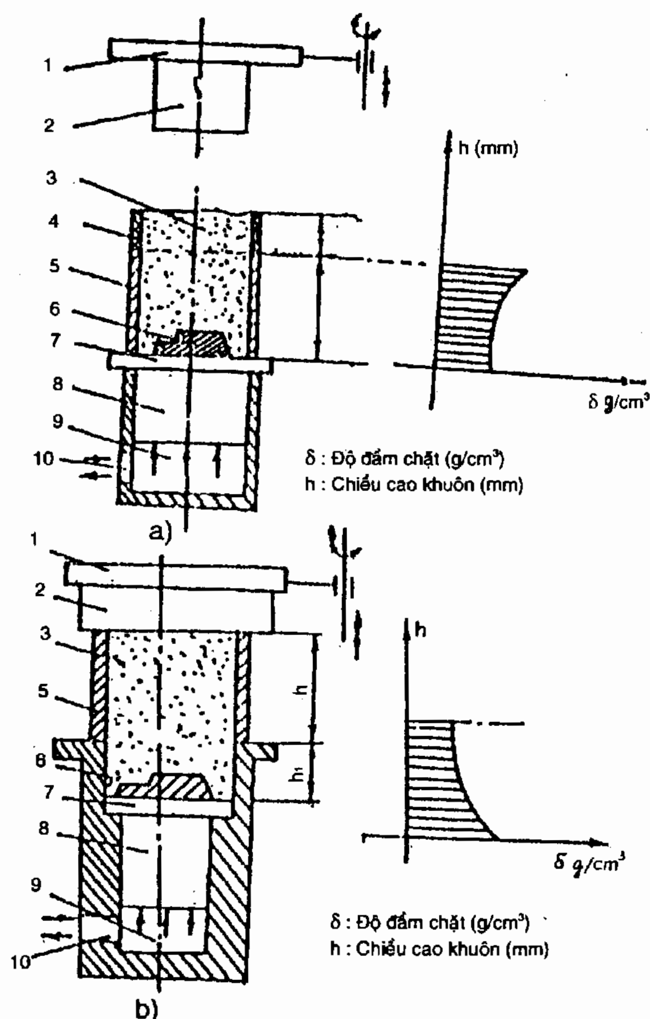
Trên máy làm khuôn, nguyên công chủ yếu do máy thực hiện là đầm chặt. Nguyên công đầm chặt được thực hiện bằng phương pháp dằn, ép hoặc hỗn hợp cả dằn và ép. Hình 1.4 giới thiệu sơ đồ đầm chặt trên loại máy ép. Có hai loại ép :

+ Ép từ trên xuống (a)

+ Ép từ dưới lên (b)

Nguyên lý làm việc của máy như sau :

Mẫu (6), hòm khuôn chính (5), hòm khuôn phụ (4) được kẹp chặt



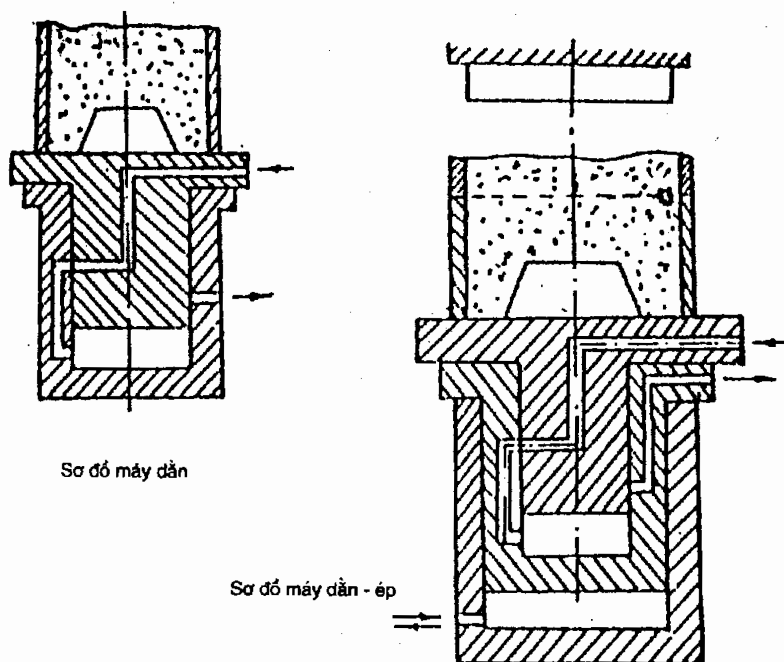
Hình 1.4 Sơ đồ máy ép
a) ép trên xuống ; b) ép dưới lên
c), d) Độ đầm chặt của khuôn.

trên bàn máy (7). Cho hỗn hợp làm khuôn (3) hết chiều cao (h +h1), quay xà ngang 1 và điều chỉnh độ cao thích hợp để chày ép (2) vào đúng vị trí làm việc. Mở van 10, khí ép vào xi lanh (9) đẩy pít tông 8 mang bàn máy (7) đi lên thực hiện quá trình đầm chặt. Khi chày nén xuống hết chiều cao h1, van (10) mở để khí nén ra ngoài và do trọng lượng bản thân nên bàn máy đi xuống kết thúc quá trình đầm chặt. Sau đó quay và nâng xà ngang (1) về vị trí ban đầu để lấy hòm khuôn ra ngoài.

Nguyên lí làm việc của máy ép từ dưới lên cũng tương tự như vậy, chỉ khác là hòm khuôn phụ được bố trí ở phía dưới.

Độ đầm chặt trên máy ép không đều theo chiều cao (phân bố như trên đồ thị hình c và d). Do vậy người ta thường dùng hỗn hợp cả dằn và ép. Hình 1.5 giới thiệu sơ đồ nguyên lí máy dằn và máy dằn - ép.

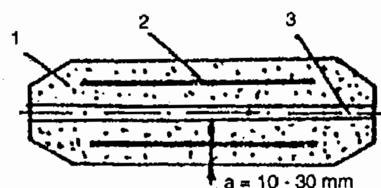
Máy dằn để đầm chặt, lợi dụng động năng của hỗn hợp chứa trong khuôn sinh ra khi chúng rơi tự do theo hành trình của máy. Nếu kết hợp nguyên lý dằn và ép ta có hỗn hợp dằn - ép. Khi đó hành trình đi lên sẽ thực hiện ép, khi khuôn và pítông rơi xuống sẽ thực hiện dằn. Do vậy độ đầm chặt của hỗn hợp trong khuôn sẽ đều hơn.



Hình 1.5 Sơ đồ máy dằn và máy dằn – ép.

1.2.5. Các phương pháp làm lõi

a) Khái niệm : Lõi là bộ phận trong khuôn đúc nhằm tạo ra khoảng không gian rỗng bên trong vật đúc hoặc tạo phần lồi, phần lõm của vật đúc. Thông thường, hình dạng bên ngoài của lõi (trừ tai lõi) giống hình dạng bên trong của vật đúc. Cấu tạo chung của lõi như hình 1.6.



Hình 1.6 Cấu tạo của lõi

Lõi bao gồm :

- Tai lõi (1) : Dùng để định vị lõi trong khuôn theo vị trí xác định.
- Xương lõi (2) : Để tăng độ bền của lõi (thường được làm bằng thép hoặc gang, kích thước, hình dạng phụ thuộc vào lõi).
- Rãnh thông khí (3) : Để tăng khả năng thông khí của lõi.

b) Làm lõi

Làm lõi có thể tiến hành bằng tay hoặc bằng máy. Sau đây giới thiệu phương pháp làm lõi bằng tay trong hộp lõi hai nửa.

***Hình 1.7** Quy trình làm lõi bằng tay*

a) Lõi ; b) Hai nửa hộp lõi ; c) Điền đầy hỗn hợp ;
d) Ghép hai nửa hộp ; e) Mở hộp lõi ; h) Chuẩn bị sấy.

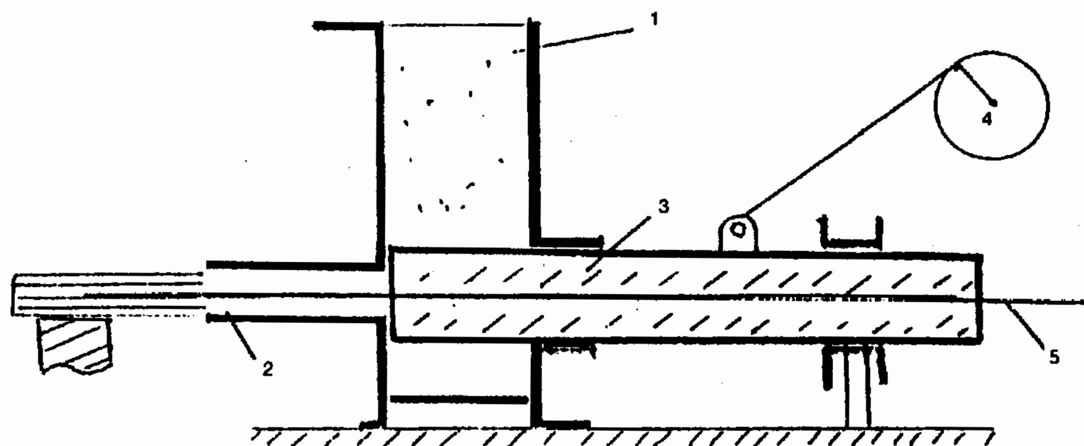
Để chế tạo lõi như hình 1.7a, ta dùng hộp lõi hai nửa. Quá trình làm lõi như sau : Cho cát (4), xương lõi (3) vào các nửa hộp lõi (1) và (2), đầm chặt, gạt phẳng. Sau đó đặt dây thông hơi để tạo lỗ thông khí (5), quét lớp chất kết dính lên bề mặt rồi lắp hai nửa hộp lõi lại với nhau. Tiến hành sửa xong lấy búa gõ nhẹ để lõi bong ra, lấy một nửa hộp lõi ra ngoài, sau đó quay lõi đi 180° và lấy nửa hộp lõi còn lại.

b) Làm lõi bằng máy

Phương pháp làm lõi bằng máy cho chất lượng tốt hơn, năng suất cao hơn, được dùng chủ yếu cho sản xuất hàng loạt. Có thể sử dụng các máy làm khuôn để làm lõi bằng cách thay tấm mẫu trên bàn máy bằng hộp lõi như máy ép, máy dằn, máy phun cát...

Sau đây giới thiệu nguyên lý máy nhồi đẩy và máy ép.

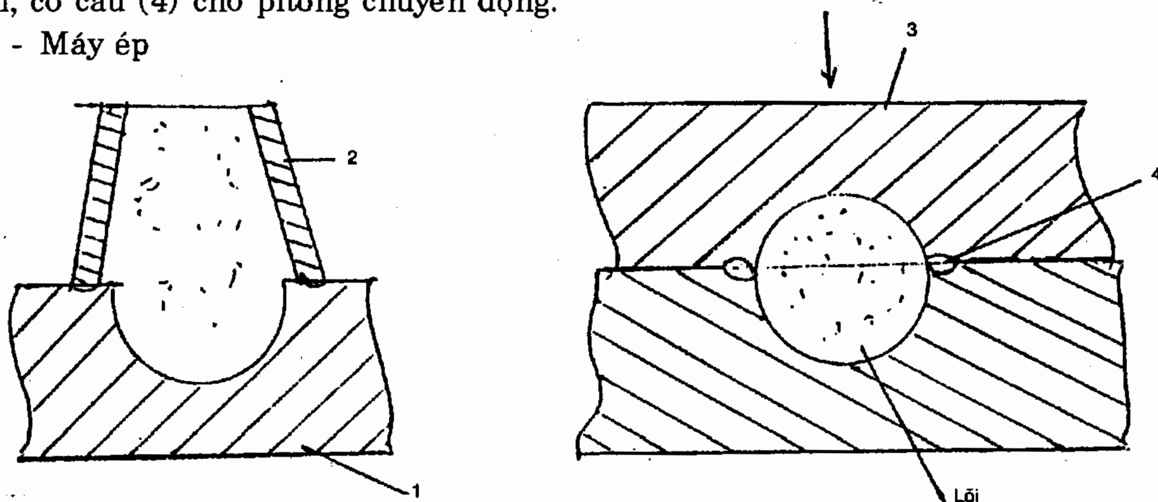
- Máy nhồi đẩy



Hình 1.8 Máy nhồi đẩy

Dùng pítông hoặc trục xoắn ruột gà để đẩy hỗn hợp làm lõi trong phễu (1) qua ống (2) có tiết diện như tiết diện lõi cần làm. Dùng trục nhỏ (5) để làm lỗ thông khí, cơ cấu (4) cho pítông chuyển động.

- Máy ép



Hình 1.9 Máy ép

Trên hộp lõi dưới (1) đặt khung giả (2) để định lượng hỗn hợp làm lõi, đổ đầy hỗn hợp làm lõi sau đó ép nửa hộp lõi (3) xuống, lượng hỗn hợp thừa sẽ vào rãnh (4). Đặt lõi lên tấm đỡ (6) và có thể tiến hành sấy.

1.3. HỆ THỐNG RÓT

1.3.1. Khái niệm

Hệ thống rót là hệ thống dẫn kim loại lỏng từ thùng rót vào khuôn. Hệ thống rót được bố trí chính xác sẽ giảm được lượng kim loại hao phí (vào hệ thống rót), đảm bảo chất lượng vật đúc.

Yêu cầu đối với hệ thống rót :

- Toàn bộ lòng khuôn phải được kim loại điền đầy.
- Dòng kim loại chảy vào khuôn phải êm, liên tục, không va đập, không làm lở, vỡ hệ thống rót.

1.3.2. Các bộ phận của hệ thống rót

Các bộ phận chính của hệ thống rót bao gồm :

- Cốc rót (Phễu rót)
- Ống rót
- Rãnh lọc xỉ
- Rãnh dẫn

1.3.2.1. Cốc rót (Phễu rót)

Cốc dùng để chứa kim loại trước khi vào khuôn. Có nhiều loại khác nhau tuỳ theo khối lượng của vật đúc (xem hình 1.10).

a) Cốc rót thường

Loại này đơn giản, dễ chế tạo khi làm khuôn nhưng không có tác dụng lọc xỉ. Khi rót cần chú ý : Cốc rót liên tục đầy kim loại để xỉ nổi lên trên, không vào khuôn.

b) Cốc rót có màng lọc

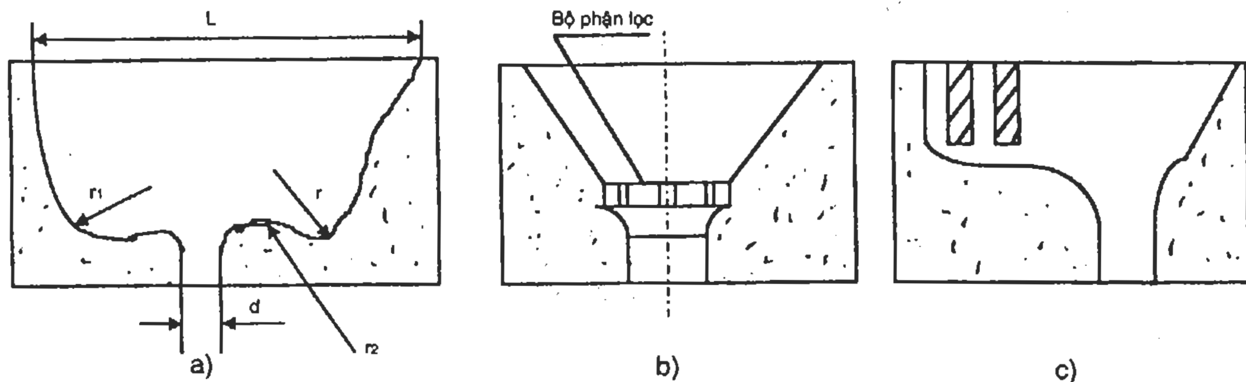
Dùng hỗn hợp làm khuôn làm màng lọc. Trước khi rót kim loại và ta đậy trên màng lọc một tấm sắt tây (tôn lá). Khi kim loại đổ đầy vào cốc, tấm sắt bị chẩy, kim loại chẩy vào khuôn qua màng lọc, xỉ bị giữ lại không vào khuôn.

c) Cốc rót có màng ngăn

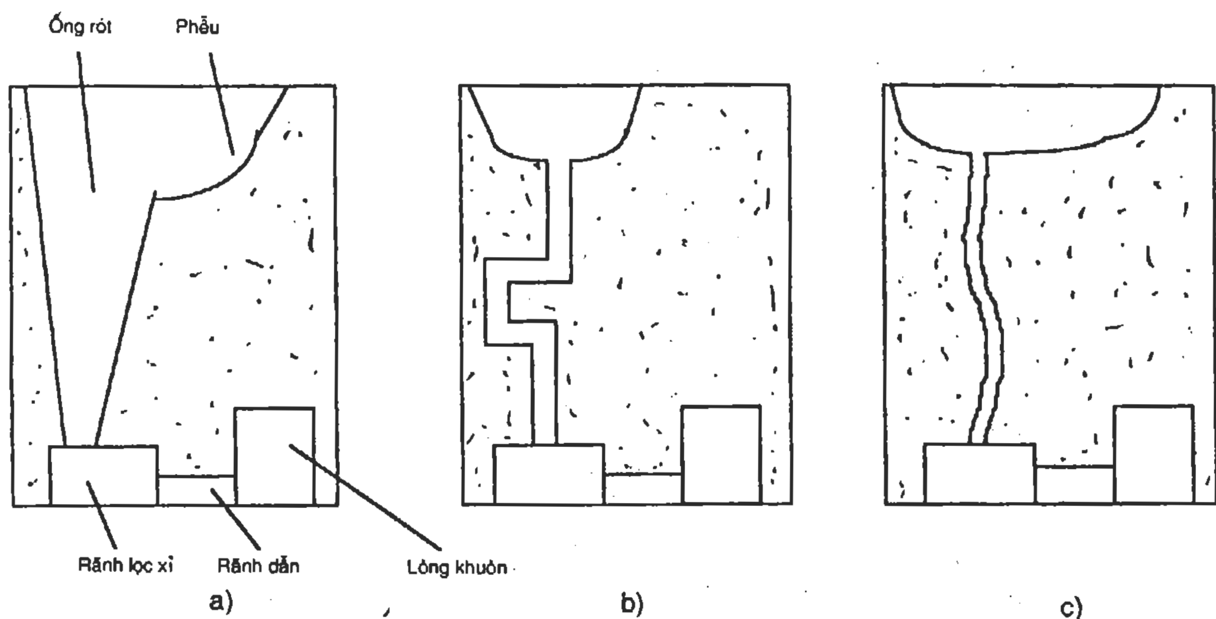
Nhờ có một hay nhiều màng mà tạp chất và xỉ (có khối lượng riêng nhỏ hơn kim loại) nổi lên trên bị giữ lại, kim loại qua các khe phía dưới chẩy vào khuôn.

1.3.2.2. Ống rót

Ống rót dùng để dẫn kim loại từ cốc rót đến rãnh lọc xỉ. Ống rót thường có tiết diện tròn, trên to dưới nhỏ, có các loại : Thẳng (a), loại bậc (b), và loại hình rắn (c) Hình 1.11.



Hình 1.10 Các loại cốc rót :
a) Thường ; b) Có màng lọc ; c) Có màng ngăn.



Hình 1.11 Các loại ống rót :
a) Thẳng ; b) Loại bậc và c) Hình rắn

Loại b, c có ưu điểm là kim loại chảy vào khuôn ổn định, không va đập nhưng khó chế tạo khi làm khuôn.

1.3.2.3. Rãnh lọc xỉ

Rãnh lọc xỉ dùng để chặn xỉ không cho đi vào khuôn. Rãnh lọc xỉ thường bố trí nằm ngang và nằm ở phía trên rãnh dẫn, nhằm tạo cho xỉ nhẹ nổi lên và bị giữ lại ở rãnh lọc xỉ, kim loại sạch theo rãnh dẫn đi vào khuôn. (Hình 1.11)

Rãnh lọc xỉ thường có tiết diện hình thang, vì như vậy tạp chất dễ nổi lên và mất mát nhiệt ít, cũng có loại rãnh lọc xỉ tiết diện hình tam giác và nửa hình tròn. Rãnh lọc xỉ thường có tiết diện không đổi theo chiều dài.

1.3.2.4. Rãnh dẫn

Rãnh dẫn dùng để dẫn kim loại từ rãnh lọc xỉ vào lòng khuôn. Rãnh dẫn thường có tiết diện hình thang, hình tam giác, hình bán nguyệt, song rãnh dẫn có tiết diện hình thang là phổ biến nhất vì có các ưu điểm : Dễ nổi xỉ trong rãnh dẫn, dễ cắt rãnh dẫn ra khỏi vật đúc và khó tạo thành xỉ đóng cục ở chỗ dẫn kim loại vào khuôn.

1.3.3. Chọn chỗ dẫn kim loại vào khuôn

Việc chọn chỗ dẫn kim loại vào khuôn ảnh hưởng đến khả năng điền đầy khuôn, tránh được ứng suất bên trong và rỗ co tạo ra trong vật đúc.

Chọn chỗ dẫn kim loại vào khuôn tuân theo các nguyên tắc :

- Vật đúc có khối lượng dưới 1.5 tấn, dài không quá 3m thì nên dẫn kim loại theo một phía. Dài hơn 3m thì nên dẫn kim loại từ giữa vật đúc ra để kim loại điền đầy khuôn dễ dàng. Nếu vật đúc có hình dạng phức tạp mà chiều dài trên 2m thì cần phải dẫn kim loại theo hai phía (hai hệ thống rót riêng biệt).
- Khi đúc các vật đúc bằng gang, chiều dầy không khác nhau nhiều thì dẫn kim loại vào chỗ mỏng nhất để đảm bảo tốc độ nguội ở mọi chỗ của vật đúc đồng đều.
- Vật đúc là gang ít các bon có nhiều chỗ dầy thì nên dẫn kim loại vào chỗ dầy để vật đúc nguội từ tiết diện bé đến tiết diện lớn nhất, do đó khử được ứng suất trong vật đúc nguội từ từ.
- Với vật đúc có dạng tròn xoay, cần dẫn kim loại vào theo tiếp tuyến với thành khuôn và đảm bảo dòng kim loại xoay tròn theo 1 hướng.
- Đối với vật đúc thấp, đúc trong một hòm khuôn... có thể dẫn kim loại từ trên xuống.
- Vật đúc có chiều cao trung bình, đúc trong hai hay nhiều hòm khuôn, dẫn kim loại từ giữa vào khuôn.
- Vật đúc cao, quan trọng, đúc kim loại màu... có thể dẫn từ dưới lên (rãnh dẫn xiphông).

1.3.4. Đậu hơi, đậu ngót

1.3.4.1. Đậu hơi

Tác dụng :

- Dẫn khí trong lòng khuôn thóat ra, làm giảm áp lực động của kim loại trong khuôn.
- Báo hiệu mức kim loại lỏng vào trong khuôn.
- Dùng để dẫn và bổ sung kim loại cho vật đúc.

Đậu hơi thường có tiết diện ngang là hình tròn hoặc hình chữ nhật, thường ở vị trí cao nhất của vật đúc, có thể đặt ở phía trên hoặc ở bên.

1.3.4.2. Đậu ngót

Tác dụng : Dùng để bổ sung kim loại cho vật đúc khi đông đặc, đặc biệt khi đúc gang trắng, gang rèn, gang có độ bền cao, thép và hợp kim màu và khi vật đúc có

thành dầy. Đậu ngót phải được đặt vào chỗ thành vật đúc tập trung nhiều kim loại, đông đặc chậm, co ngót nhiều.

Đậu ngót có thể bao gồm một số loại sau :

a) Đậu ngót hở

Thông với khí trời, có các ưu điểm sau :

- Bổ sung kim loại tốt
- Dễ quan sát trong quá trình rót kim loại vào khuôn
- Dễ chế tạo

Tuy vậy, loại đậu ngót này có một số nhược điểm :

- Chiều cao đậu ngót phụ thuộc vào chiều cao hòm khuôn
- Hao phí kim loại nhiều
- Chất bẩn dễ rơi vào lòng khuôn.

b) Đậu ngót ngầm

Loại đậu ngót này không thông với khí trời nên chiều cao không phụ thuộc vào chiều cao của hòm khuôn, tốn ít kim loại, sạch song khó quan sát, khó chế tạo, bổ sung kim loại kém.

1.3.5. Tính kích thước hệ thống rót

Tất cả lượng kim loại vào khuôn (kể cả hệ thống rót, đậu hơi, đậu ngót) đều qua hệ thống rót. Vì vậy phải tính kích thước hệ thống rót hợp lý. Tuy nhiên, tính toán chính xác khá phức tạp.

Có nhiều phương pháp tính : Phương pháp giải tích, phương pháp đồ thị, tra bảng... Tất cả đều thống nhất theo nguyên tắc : Xác định tiết diện tổng của rãnh dẫn, rãnh lọc xỉ và ống rót lấy theo tỷ lệ nhất định.

1) Tính tổng tiết diện rãnh dẫn ; F_{rd}

Tất cả kim loại vào khuôn đều qua rãnh dẫn, nên ta có :

$$\sum F_{rd}.v.t.\gamma = G \qquad (1)$$

Trong đó :

- $\sum F_{rd}$ - Tổng tiết diện rãnh dẫn (cm^2)
- v - Vận tốc kim loại chảy qua hệ thống rót (cm/s)
- t - Thời gian rót kim loại (s)
- γ - Khối lượng riêng của kim loại (g/cm^3)
- G - Khối lượng vật đúc (kể cả hệ thống rót, đậu hơi, đậu ngót)

Từ (1) ta có :

$$\sum F_{rd} = \frac{G}{v.t.\gamma} \ (cm^2) \qquad (2)$$

Theo phương trình thủy động học Bécnuli ta có :

$$v = \mu \sqrt{2.g.Hp} \qquad (3)$$

μ = Hệ số cản thủy lực, phụ thuộc vào kim loại đúc, mức độ phức tạp của vật đúc, hệ thống rót.

Thường $\mu = 0,3 \div 0,8$;

g - gia tốc trọng trường, g = 981 cm/s^2

Hp - Chiều cao tính toán của cột áp suất (cm)

Thay (3) vào (2) ta được :

$$\sum F_{rd} = \frac{G}{\mu . \gamma . t . \sqrt{2 . g . Hp}}$$

với gang $\gamma = 6.8$ g/cm^3 ; $\sqrt{2g}.6.8.0.001 = 0.31(kg/cm^3)$

Ta có

$$\sum F_{rd} = \frac{G}{0.31 . \mu . t . \sqrt{Hp}}$$

Như vậy, để tính $\sum F_{rd}$, ta phải xác định t và Hp.

a) Tính Hp : Chiều cao tính toán cột áp suất

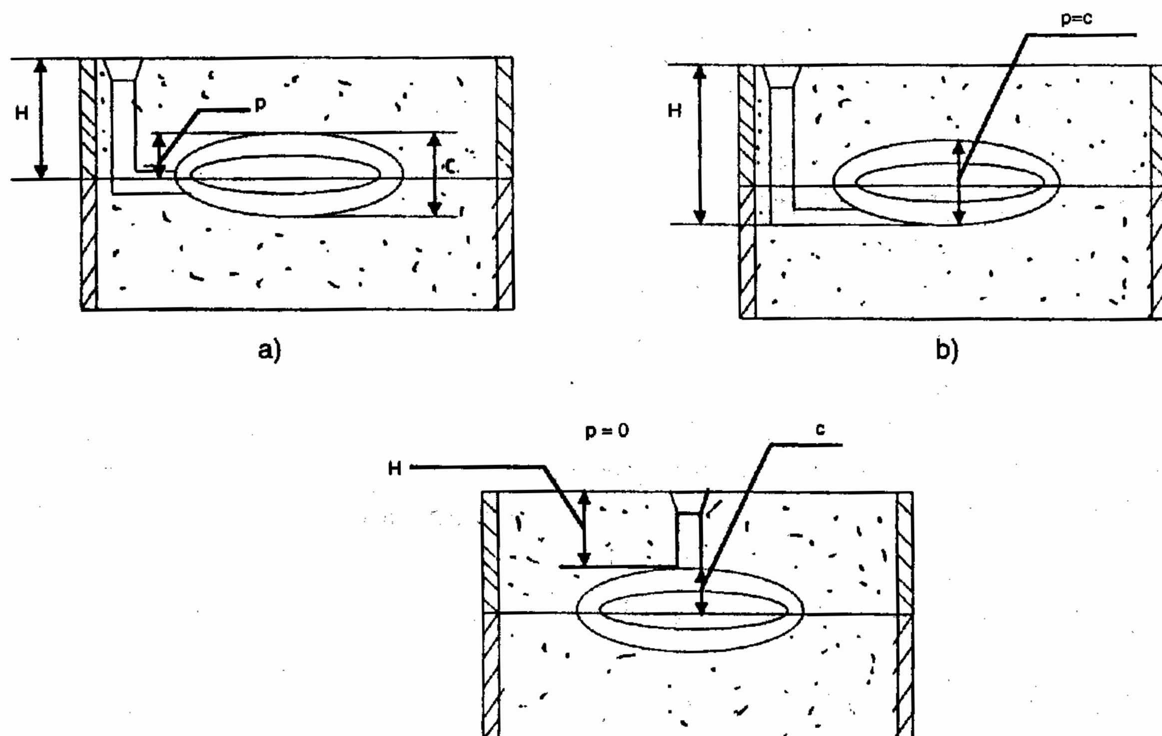
Theo công thức thủy lực :

Hp = H - p^2/2.c

H - Chiều cao của ống rót từ chỗ dẫn kim loại vào khuôn đến mặt thoáng (cm) H.1.12.

p - Chiều cao của vật đúc tính từ chỗ dẫn kim loại trở lên (cm).

Quan hệ giữa các đại lượng phụ thuộc vào cách chọn chỗ dẫn kim loại vào vật đúc, được mô tả trên hình 1.12.



Hình 1.12 Các giá trị Hp, H, c phụ thuộc vào cách bố trí chỗ dẫn kim loại vào vật đúc.

Qua các hình vẽ, ta thấy tùy theo cách bố trí hệ thống rót mà ta có công thức tính Hp :

a ⇒ Hp = H - c/8 (p = c/2)

b ⇒ Hp = H - c/2 (p = c)

c ⇒ Hp = H (p = 0)

c) Tính thời gian rót

Dựa vào công thức kinh nghiệm :

***) Khi đúc gang và thép thành mỏng, G < 450 kg**

$t = s\sqrt{G}$ (s)

S - Hệ số phụ thuộc vào chiều dầy thành vật đúc (Chọn theo bảng)

G - Khối lượng vật đúc kể cả hệ thống rót, đậu ngót (kg)

Chiều dầy thành (mm)	2,5 ÷ 3,5	3,5 ÷ 8	8 ÷ 15
Giá trị S	1.63	1.85	2.2

***) Đối với vật đúc lớn bằng gang :**

$t = S \cdot \sqrt{2pG}$

p - Hằng số (p = 0.62)

chiều dầy trung bình thành (mm)

10 ⇒ S = 1

11 - 20 ⇒ S = 1.3

21 - 40 ⇒ S = 1.5

> 40 ⇒ S = 1.7

***) Đối với vật đúc bằng thép**

G ≥ 15000 kg ⇒ $t = S.\sqrt{G}$

G < 15000 kg ⇒ $t = S1.\sqrt{G.\delta}$

S,S1 - Hệ số

G - Khối lượng vật đúc

δ - Chiều dầy thành (mm)

2) Tính tiết diện của ống rót, rãnh lọc xỉ

*) Đối với vật đúc gang có khối lượng nhỏ, thành mỏng :

$\Sigma F_{rd} : F_{rlx} : F_{\hat{o}r} = 1 : 1.06 : 1.11$

*) Vật đúc gang, khối lượng trung bình :

$\Sigma F_{rd} : F_{rlx} : F_{\hat{o}r} = 1 : 1.5 : 2$

*) Vật đúc gang có khối lượng lớn :

$\Sigma F_{rd} : F_{rlx} : F_{\hat{o}r} = 1 ; 1.2 : 1.4$

*) Đối với vật đúc thép :

$\Sigma F_{rd} : F_{rlx} : F_{\hat{o}r} = 1 : 1.3 : 1.6$

- Đường kính ống rót ở phần dưới :

$$d_D = \sqrt{(4 . F_{ôr} / \pi)} \text{ (mm)}$$

- Đường kính ống rót phần trên (gần cốc) :

$$d_T = (1,1- 1,15)\ d_D$$

1.4 SẤY VÀ LẮP KHUÔN

1.4.1 Sấy khuôn và lõi

1.4.1.1. Khái niệm

Sấy khuôn và lõi nhằm nâng cao độ bền, tính thông khí và giảm bớt khả năng tạo khí của chúng khi rót kim loại vào khuôn.

Đối với lõi, yêu cầu kĩ thuật cao hơn nên đa số lõi đều phải sấy.

Đối với khuôn, chỉ tiến hành sấy khi chế tạo vật lớn và cao, những vật có hình dạng phức tạp, vật đúc yêu cầu phẩm chất cao, chịu áp lực lớn.

Thực chất của quá trình sấy là dùng nguồn nhiệt làm bốc hơi nước trong khuôn và lõi.

Các phương pháp sấy bao gồm :

- Sấy tiếp xúc : Cho bề mặt của vật liệu ẩm tiếp xúc với bề mặt nóng (tấm gang, đất nung nóng...)
- Sấy đối lưu : Cho dòng khí nóng qua bề mặt vật liệu, nước trên bề mặt và ở bên trong dần dần bốc hơi. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi.
- Sấy bức xạ : Dùng các tia hồng ngoại từ một nguồn nhiệt nào đó truyền tới bề mặt vật liệu ẩm. (Nguồn : Bóng đèn, dây điện trở...)

1.4.1.2) Nhiệt độ và thời gian sấy

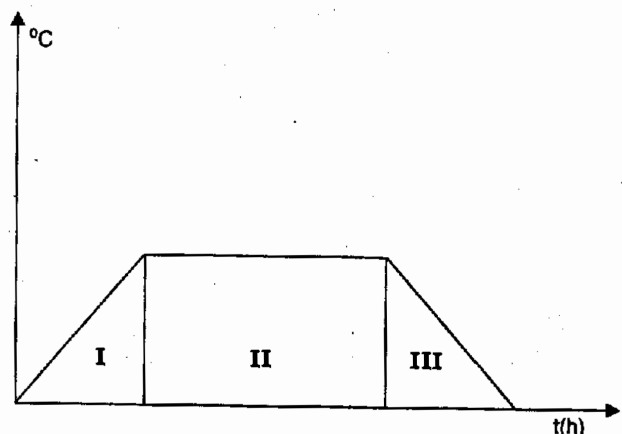
a) Nhiệt độ sấy

Nhiệt độ sấy càng cao thì hơi nước bốc càng nhanh, song nếu cao quá dễ làm hư hỏng bề mặt khuôn, lõi, dễ gây nứt nẻ. Nếu nhiệt độ quá thấp thì thời gian sấy sẽ lâu. Tùy theo hình dạng, kích thước, bề dầy, vật liệu... mà chọn nhiệt độ thích hợp. Thông thường nhiệt độ sấy trong khoảng 175 - 450°C.

b) Thời gian sấy

Thời gian sấy phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của dòng khí trong lò, vào kích thước của khuôn, lõi.

Quá trình sấy chia làm 3 giai đoạn như trên hình 1.13



Hình 1.13 Các giai đoạn trong quá trình sấy khuôn, lõi.

I. Nhiệt độ tăng chậm, đều

II. Giữ nhiệt độ ổn định

III. Làm nguội từ từ để tránh nứt

Thông thường, với các lõi < 200 kg, có chất kết dính, thời gian sấy $t = 0.75 \div 6h$

1.4.2 Lắp ráp khuôn

Là công việc cuối cùng, có ý nghĩa quan trọng vì lắp ráp không chính xác gây nên hư hỏng hoặc khuyết tật.

Khi lắp ráp cần chú ý :

a) Kiểm tra vị trí của lõi trong khuôn

Sau khi đặt lõi, dùng dưỡng để kiểm tra vị trí của lõi trong khuôn : Vị trí nằm ngang, thẳng đứng...

b) Xác định lực đè khuôn

Sau khi lắp ráp khuôn, dùng bulông, chốt để kẹp chặt các nửa khuôn lại với nhau hoặc đặt tải trọng đè - gọi là lực đè khuôn, để tránh kim loại lỏng nâng khuôn trên lên.

Như vậy, lực đẩy của kim loại lỏng lên khuôn trên và lên lõi phải nhỏ hơn khối lượng của khuôn trên với lực đè khuôn.

Ta tính lực đẩy P_1 của kim loại lỏng lên bề mặt khuôn trên theo định luật Ácsimét :

$P_1 = \gamma.V$

γ - Khối lượng riêng của kim loại lỏng (kg/cm^3)

V - Thể tích phần khuôn trên có bề mặt tiếp xúc với kim loại.

$V = A.H$

A - Phần bề mặt vật đúc tiếp xúc với khuôn trên.

H - Chiều cao từ bề mặt A tới mặt thoáng của cốc rót.

Như vậy P_1 là khối lượng của khối kim loại tương đương có thể tích V. Lõi cũng chịu lực đẩy của kim loại lỏng, thông qua gối lõi đẩy khuôn trên lực P_2. Lực P_2 bằng khối lượng kim loại có thể tích bằng thể tích lõi chiếm trong kim loại lỏng.

Như vậy, lực đẩy của kim loại lỏng lên khuôn trên là :

$P = P_1 + P_2$

Và lực đè khuôn bằng lực P trừ đi khối lượng của hòm khuôn trên + hỗn hợp khuôn trên (G_{kt})

Lực đè khuôn :

$G = (P - G_{kt}).n$

n - Hệ số an toàn ($n = 1.3 \div 1.4$)

$G_{kt} = G_{hh} + G_{hk}$

G_{hh}, G_{hk} - Khối lượng hỗn hợp và khối lượng của hòm khuôn trên

Ngoài phương pháp trên, người ta còn dùng công thức gần đúng :

$P = 10.(F.H.\gamma + V.\gamma - G_{kt}).n$ (N)

Trong đó :

F - Diện tích hình chiếu bằng của mặt khuôn trên (dm^2)
(Kể cả diện tích của hệ thống rót)

H - Chiều cao hòm khuôn trên (dm)

γ - Khối lượng riêng của kim loại đúc (kg/dm³)

G_{kt} - Khối lượng hòm khuôn trên (hỗn hợp = hòm) (kg)

n - Hệ số an toàn (n = 1.3 - 1.4)

- Nếu kẹp bằng bulông, lực p tác dụng lên mỗi bulông là :

$$p = (P.1.25)/N \qquad (N)$$

P - Lực đè khuôn ;

N - Số bulông ;

1.25 - Hệ số tải trọng phân bố không đều ;

- Đường kính bulông :

$$d = 0.04.\sqrt{P} \qquad (cm)$$

1.5. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP ĐÚC ĐẶC BIỆT

Sản xuất đúc ngày càng phát triển, yêu cầu số lượng chi tiết đúc ngày càng nhiều, yêu cầu độ chính xác, độ bóng bề mặt ngày càng cao, phẩm chất vật đúc tốt.

Đúc trong khuôn cát không đáp ứng được các yêu cầu trên : Khuôn dùng một lần, độ bóng, độ chính xác thấp, lượng dư gia công cơ khí lớn, nhiều khuyết tật, giá thành cao.

Do vậy xuất hiện một loạt các dạng đúc mới - gọi là đúc đặc biệt, để đáp ứng yêu cầu kĩ thuật ngày càng cao. Sau đây ta xét một số dạng đúc đặc biệt được phổ biến trong sản xuất hiện nay.

1.5.1 Đúc trong khuôn kim loại

Thực chất của đúc trong khuôn kim loại là điền đầy kim loại lỏng vào khuôn được chế tạo bằng kim loại. Khuôn kim loại có cấu tạo về cơ bản cũng như khuôn cát, nhưng do khuôn kim loại có tính chất cơ lí khác vật liệu khuôn cát nên có những đặc điểm riêng :

- Tốc độ kết tinh của hợp kim đúc lớn nhờ khả năng trao đổi nhiệt của hợp kim lỏng với thành khuôn cao. Do vậy, lớp bề mặt của vật đúc có độ hạt nhỏ, cơ tính cao.
- Độ bóng bề mặt, độ chính xác của lòng khuôn cao nên tạo ra chất lượng vật đúc tốt.
- Tuổi bền của khuôn kim loại cao.
- Do tiết kiệm thời gian làm khuôn nên nâng cao năng suất, giá thành sản phẩm giảm.

Đúc trong khuôn kim loại cũng có một số nhược điểm :

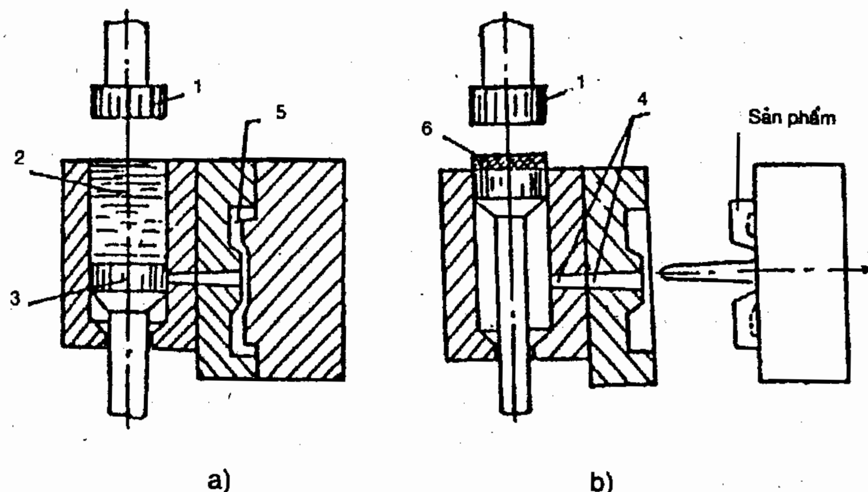
- Không đúc được các vật đúc có hình dạng quá phức tạp, thành mỏng và có khối lượng lớn.
- Khuôn kim loại không có tính lún và không có khả năng thoát khí, điều này dễ gây nứt, cong, vênh vật đúc.
- Giá thành chế tạo khuôn cao.

Phương pháp này thích hợp trong dạng sản xuất hàng loạt với vật đúc đơn giản, nhỏ hoặc trung bình.

1.5.2 Đúc áp lực

Đúc áp lực là phương pháp dùng áp lực ép kim loại lỏng điền đầy vào khuôn, sau khi đông đặc, ta thu được vật đúc.

Trên hình 1.14 giới thiệu sơ đồ nguyên lí máy đúc áp lực kiểu pitông có buồng ép nguội



Hình 1.14 Sơ đồ đúc áp lực kiểu pitông

Hợp kim lỏng đã định lượng được rót vào buồng ép (2). Khi pitông ép (1) thực hiện hành trình ép, hợp kim lỏng ép lên pitông (3) đi xuống. Cửa (4) sẽ dẫn hợp kim lỏng qua rãnh dẫn vào khuôn (5). Khuôn đúc gồm hai phần tĩnh và động có cơ cấu đóng mở. Vật đúc sau khi đông đặc được lấy ra theo phần động của khuôn. Lúc này pitông (3) thực hiện sự dịch chuyển ngược để đẩy phần hợp kim thừa (6) lên khỏi miệng xilanh chuẩn bị cho hành trình ép tiếp tục.

Đúc áp lực có các đặc điểm sau :

- Đúc được vật đúc phức tạp, thành mỏng (1 ÷ 5mm), đúc được các loại lỗ có kích thước nhỏ.
- Độ bóng và độ chính xác cao.
- Cơ tính vật đúc cao nhờ mật độ vật đúc lớn.
- Năng suất cao nhờ điền đầy nhanh và khả năng cơ khí hóa thuận lợi.

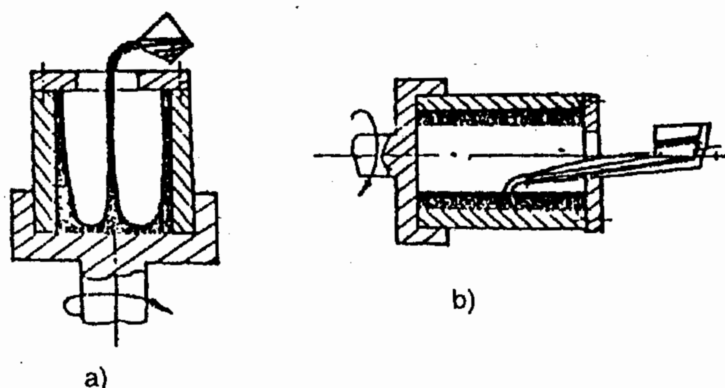
Nhưng đúc áp lực cũng có một số hạn chế :

- Không dùng được lõi cát vì dòng chảy có áp lực. Do vậy hình dạng lỗ hoặc mặt trong phải đơn giản.
- Khuôn chóng bị mài mòn do dòng chảy áp lực của hợp kim ở nhiệt độ cao.

1.5.3 Đúc ly tâm

Thực chất, đúc ly tâm là rót kim loại lỏng vào khuôn quay. Nhờ lực ly tâm sinh ra trong khi quay, kim loại lỏng bị ép vào thành khuôn và đông đặc tại đó.

Hình 1.15 giới thiệu hai phương pháp đúc ly tâm : Đúc ly tâm có trục quay thẳng đứng (a) và đúc ly tâm có trục quay nằm ngang (b).



Hình 1.15 Sơ đồ đúc ly tâm
a) Đúc ly tâm trục đứng ; b) Đúc ly tâm trục ngang.

Đúc ly tâm có các đặc điểm sau :

- Tổ chức kim loại mịn chặt, không tồn tại các khuyết tật rỗ khí, rỗ co...
- Tạo ra vật đúc có lỗ rỗng mà không cần lõi.
- Không dùng hệ thống rót phức tạp nên ít hao phí kim loại.
- Có thể tạo ra vật đúc gồm vài lớp kim loại khác nhau trong một vật đúc.

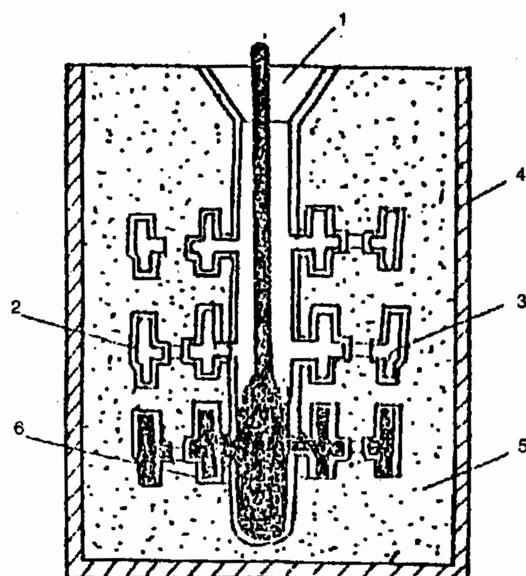
Nhược điểm của đúc ly tâm chủ yếu là tính thiên tích vùng theo tiết diện ngang vật đúc do mỗi phần tử có khối lượng khác nhau chịu lực ly tâm khác nhau. Ngoài ra, phương pháp này chỉ thích hợp với vật có dạng tròn xoay, khi đúc ống đường kính bên trong khó khống chế chính xác và bề mặt trong có chất lượng kém.

1.5.4 Đúc theo khuôn mẫu chảy

Đây là dạng đúc đặc biệt trong khuôn một lần. Thực chất của đúc theo khuôn mẫu chảy tương tự như đúc trong khuôn cát, song cần phân biệt hai điểm sau :

- Lòng khuôn được tạo ra từ vật liệu dễ chảy (sáp, paraphin...). Do đó việc lấy mẫu ra khỏi lòng khuôn được thực hiện bằng cách nung chảy mẫu rồi rót ra theo hệ thống rót.
- Vật liệu chế tạo khuôn bằng chất liệu đặc biệt nên chỉ cần độ dày nhỏ (6 ÷ 8mm) nhưng lại rất bền, thông khí tốt, chịu nhiệt...

Quy trình đúc theo khuôn mẫu chảy có thể tóm tắt như sau :



Hình 1.16 Khuôn đúc mẫu chảy
1. Hệ thống rót ; 2. Vỏ khuôn ; 3. Lòng khuôn
4. Hòm khuôn ; 5. Cát đệm ; 6. Hợp kim đúc

Chế tạo một loạt mẫu từ vật liệu dễ chảy có hình dạng giống hệt như hình dạng vật đúc. Ghép một loạt mẫu chung một hệ thống rót để tăng năng suất, sau đó đặt chúng vào hòm khuôn và tiến hành điền đầy bằng hỗn hợp làm khuôn. Phần tiếp xúc với mẫu ta dùng hỗn hợp có độ hạt nhỏ, mịn để tăng độ bóng bề mặt của vật đúc, sau đó có thể dùng cát đệm (5) để tiết kiệm. Sau đó tiến hành sấy hòm khuôn cùng mẫu và hỗn hợp làm khuôn. Ở nhiệt độ cao, mẫu bị nóng chảy, ta gạn ra ngoài, thu được không gian bao gồm hệ thống rót và các mẫu đã bị nóng chảy. Sau đó khi hỗn hợp làm khuôn rắn chắc, ta có thể tiến hành rót kim loại lỏng.

Đúc theo khuôn mẫu chảy có một số đặc điểm sau :

- Vật đúc có độ chính xác cao nhờ lòng khuôn không phải lắp ráp theo mặt phân khuôn, không cần chế tạo lõi riêng.

- Chất lượng bề mặt đảm bảo do bề mặt lòng khuôn nhẵn, không cháy khuôn...

- Có thể đúc được vật đúc từ vật liệu khó nóng chảy, nhiệt độ rót cao.

- Quy trình chế tạo một vật đúc gồm nhiều công đoạn nên năng suất không cao.

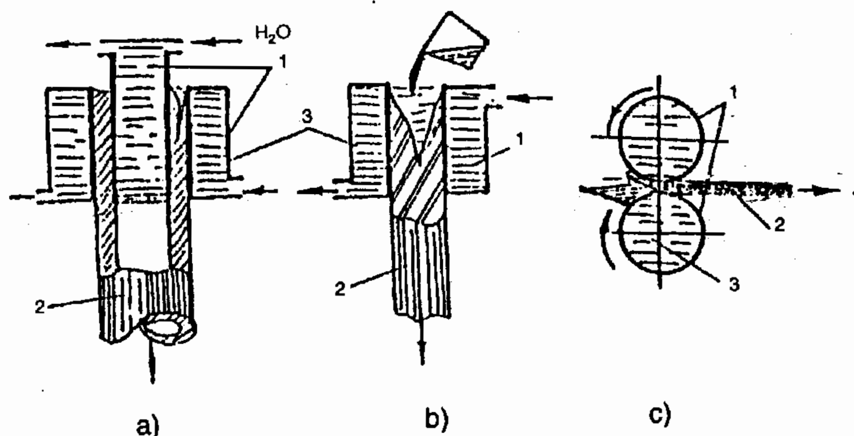
Đúc theo khuôn mẫu chảy chỉ thích hợp để chế tạo các vật đúc từ kim loại quý, cần phải tiết kiệm, những chi tiết đòi hỏi độ chính xác cao.

1.5.5 Đúc liên tục

Đúc liên tục là phương pháp liên tục rót kim loại lỏng vào khuôn kim loại có hệ thống làm nguội tuần hoàn, nhờ đó hợp kim đúc kết tinh rất nhanh. Phần vật đúc đã kết tinh liên tục được lấy ra khỏi khuôn.

Khi ngắt quãng quá trình rót và lấy vật đúc ở một thời điểm nào đó tùy theo độ dài của vật đúc người ta gọi là đúc bán liên tục. Trong sản xuất, đúc bán liên tục là dạng phổ biến để chế tạo các sản phẩm dạng thanh hoặc dạng ống.

Hình 1.17 giới thiệu 3 dạng đúc liên tục : Đúc thanh kim loại, đúc ống kim loại và đúc các dải hoặc tấm kim loại.



Hình 1.17 Sơ đồ các phương pháp đúc liên tục.

a) Sơ đồ đúc ống ; b) Sơ đồ đúc thanh ; c) Sơ đồ đúc tấm.

1. Khuôn đúc ; 2. Sản phẩm ; 3. Nước tuần hoàn làm nguội.

Khuôn đúc liên tục ở bất kỳ dạng nào cũng có nguyên lí của một bình kết tinh. Hợp kim lỏng được rót vào khuôn với tốc độ phù hợp với tốc độ kết tinh. Hệ thống kéo vật đúc ra khỏi khuôn cũng có tốc độ phù hợp sao cho quá trình làm việc liên tục trong một thời gian nhất định.

1.6 KIỂM TRA VẬT ĐÚC

Sau khi kim loại đông đặc, ta tiến hành dỡ khuôn, phá lõi, cắt hệ thống rót, đậu ngót và làm sạch vật đúc sau đó tiến hành kiểm tra vật đúc để phát hiện các khuyết tật của vật đúc.

1.6.1 Các dạng khuyết tật của vật đúc

Khuyết tật là các sai lệch về hình dạng, kích thước, trọng lượng hoặc những sai lệch so với các yêu cầu kĩ thuật đã được quy ước.

a) Sai lệch về hình dạng, kích thước và trọng lượng

- Thiếu hụt : Không đủ kim loại trong lòng khuôn
- Lệch : Có sự xê dịch giữa các phần trong một vật đúc
- Bavia : Phần thừa hình thành ở chỗ ráp khuôn
- Vênh, cong : Do ảnh hưởng của ứng suất trong vật đúc.
- Sai kích thước : Kích thước tăng hoặc giảm.
- Sai khối lượng : Chênh lệch về trọng lượng so với yêu cầu.

b) Khuyết tật mặt ngoài

- Cháy cát : Hỗn hợp làm khuôn chịu nhiệt kém, bị cháy, kim loại điền vào làm vật đúc có mặt xù xì.
- Khớp : Các mép tròn hoặc cong trên mặt vật đúc do dòng kim loại vào khuôn không liên tục, không dính với nhau do đông đặc sớm.
- Lõm : Trên bề mặt khuôn do lở khuôn, có vật lạ trong lòng khuôn khi rót kim loại.

c) Nứt

Do ứng suất trong, có hai loại :

- Nứt nóng : Xẩy ra ở nhiệt độ cao, sinh ra khi kim loại lỏng kết tinh, thể tích giảm.
- Nứt nguội : Do bị ứng suất bên trong, xẩy ra ở nhiệt độ thấp.

d) Lỗ hổng trong vật đúc

- Rỗ khí : Do khí hòa tan trong kim loại lỏng không thoát ra được, sinh ra những lỗ nhỏ có hình dạng, kích thước khác nhau.
- Rỗ co : Những lỗ nhỏ, sần sùi (trên bề mặt hoặc bên trong vật đúc), do cấu tạo của khuôn không đúng, không đảm bảo cho vật đúc co rút đều đặn, lượng kim loại bổ sung không đủ.

e) Lẫn tạp chất

- Rỗ xỉ : Những lỗ trống trên vật đúc có chứa xỉ. Nguyên nhân là do lọc xỉ không tốt, rót kim loại không liên tục, nhiệt độ rót thấp.

- Rỗ cát : Những lỗ hổng có chứa hỗn hợp làm khuôn

- Lẫn tạp chất phi kim loại : Do nguyên tố phi kim loại lẫn vào trong vật đúc.

f) Sai tổ chức

- Sai cỡ hạt : D- làm nguội vật đúc không đúng tốc độ.

- Biến trắng : Trong khi đúc gang xám, một số phần của vật đúc do tốc độ nguội quá nhanh (thành mỏng, truyền nhiệt nhiều ...) gang xám bị biến thành gang trắng, có độ cứng cao, khó gia công cắt gọt.

- Thiên tích : Có sự khác nhau về thành phần hóa học dẫn tới sự khác nhau về cơ tính ở các vùng khác nhau.

- Sai cấu trúc.

g) Sai về thành phần hóa học và cơ tính

- Thành phần hóa học : Vật đúc có thành phần hóa học không đúng với yêu cầu do mẻ liệu không đúng.

- Sai về cơ tính

- Sai về lí tính.

1.6.2 Kiểm tra, sửa chữa các khuyết tật của vật đúc

1) Kiểm tra vật đúc

Có thể tiến hành kiểm tra bằng các phương pháp sau :

- Bằng mắt thường hoặc bằng các dụng cụ đo : Kiểm tra các khuyết tật bên ngoài như : thiếu hụt, lệch, cháy cát, nứt ngoài.

- Bằng phương pháp vật lí : Kiểm tra rỗ khí, rỗ xỉ, nứt bên trong, lẫn tạp chất.

Sau đây giới thiệu khái quát một số phương pháp kiểm tra không phá hủy NDT (non - destructive test) thông dụng. Các phương pháp này không chỉ áp dụng cho vật đúc mà còn áp dụng cho việc kiểm tra các mối hàn, hoặc kiểm tra kim loại nói chung.

a) Dùng tia X

Dùng tia X chiếu qua kim loại, căn cứ vào các vùng sáng, tối thu được trên phim, ta có thể nhận biết được các loại khuyết tật và vị trí của nó, vì khi gặp khuyết tật như rỗ khí, nứt... cường độ tia X truyền qua nhỏ hơn so với các vùng khác không có khuyết tật.

Khả năng xuyên qua của tia X : Với thép : 70mm ; Nhôm : 150mm ; Đồng ; 25 mm ;

Có thể xác định được khuyết tật có kích thước bằng 2% chiều dầy của kim loại vật đúc.

b) Dùng tia γ

Tương tự như tia X, tia γ có thể xác định được khuyết tật có kích thước 2 - 5% chiều dầy vật đúc. Chiều dầy tối đa có thể kiểm tra được là 600mm.

c) Dùng siêu âm

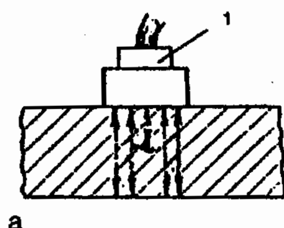
Sử dụng sóng âm có tần số 1 ÷ 10 Mhz. Sóng siêu âm dọc có thể truyền trong chất rắn, chất lỏng và trong không khí. Sóng siêu âm ngang chỉ truyền trong chất

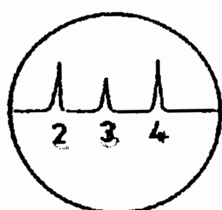
rắn. Có thể phát hiện các khuyết tật nằm vuông góc với phương truyền sóng và có kích thước lớn hơn nửa bước sóng.

Sóng siêu âm khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác xẩy ra hiện tượng phản xạ, truyền qua và lệch hướng. Trên biên giới kim loại - không khí, hiện tượng phản xạ xẩy ra thực tế là 100%. Như vậy, để đảm bảo hiệu quả truyền sóng siêu âm từ đầu dò vào kim loại, trên bề mặt của kim loại thường có lớp chuyển tiếp thích hợp (nước, dầu...)

Phương pháp dùng siêu âm thường sử dụng máy dò xung (trên nguyên lí rađa). Các máy dò xung có một đầu dò là bộ phát đồng thời là bộ thu hoặc có hai đầu dò : bộ phát, bộ thu riêng biệt. Hệ thống một đầu dò dựa trên nguyên lí phản xạ (H.1.18), khuyết tật được thể hiện trên màn hình thể hiện qua sóng bất thường, từ vị trí sóng đó có thể xác định được khoảng cách từ khuyết tật đến bề mặt kim loại. Hệ thống hai đầu dò làm việc trên nguyên lí truyền qua (H.1.19).

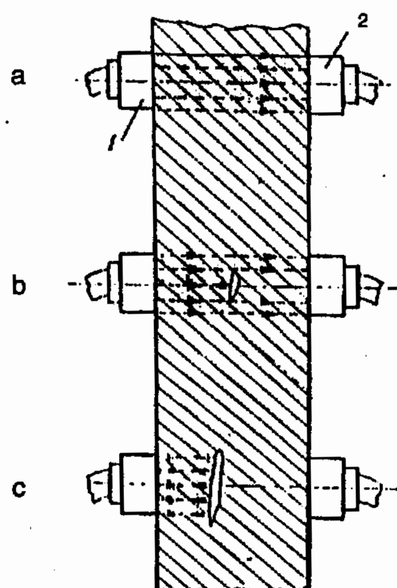
Phương pháp kiểm tra dùng siêu âm là phương pháp dễ dàng, tin cậy để phát hiện những khuyết tật nằm song song với bề mặt vật liệu và được dùng rộng rãi để kiểm tra vật đúc và mối hàn. Có thể dùng để phát hiện khuyết tật ở độ sâu vài mét (với thép tới 5m). Nhưng đối với gang xám, do hình dạng của graphit nên hấp thụ sóng âm nhiều, do vậy chỉ kiểm tra tới độ sâu vài cm.





Hình 1.18 Phương pháp phản xạ xung
a– Bố trí kiểm tra
b– Màn hình dao động kí

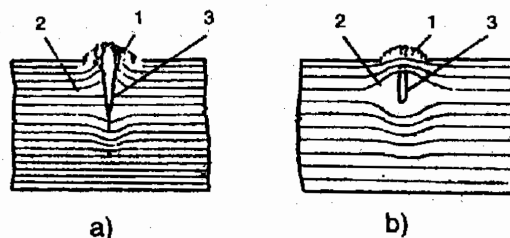
1– Đầu dò phát – thu
a– Chỉ thị khuyết tật
b– Hiển thị màn hình



Hình 1.19 Phương pháp truyền qua
a– Vật liệu không có khuyết tật
b– Vật liệu có khuyết tật nhỏ hơn chùm sóng siêu âm.
c– Vật liệu có khuyết tật lớn hơn chùm sóng siêu âm
1– Bộ phát ; 2– Bộ thu.

d) Phương pháp từ trường bột

Đây là một trong những phương pháp thông dụng nhất để phát hiện những khuyết tật bề mặt của các sản phẩm từ vật liệu thuận từ. Để chỉ thị nơi có khuyết tật, người ta sử dụng sự thay đổi từ thông do khuyết tật gây ra của vật đã được từ hóa (H.1.20). Khuyết tật làm tăng đáng kể từ trở, do vậy tại vị trí khuyết tật, mật độ từ thông tăng, đường từ thông bị uốn cong và một phần thoát ra khỏi bề mặt kim loại tạo thành cực từ xung quanh vị trí khuyết tật. Để phát hiện vị trí, người ta sử dụng mạt sắt hoặc chất lỏng chỉ thị - dầu loãng có mang bột sắt. Các hạt nhiễm từ tập trung tại các nơi có khuyết tật.



Hình 1.20 Nguyên lí phương pháp từ bột
a- Khuyết tật bề mặt
b- Khuyết tật bên trong
1- Mạt sắt ; 2- Từ thông
3- Khuyết tật.

e) Phương pháp từ cảm

Các phương pháp này chủ yếu phát hiện khuyết tật bề mặt của sản phẩm, tiết diện tròn.

- Chỉ thị trường phân tán : Nguyên lí tương tự như phương pháp từ bột, từ trường phân tán được phát hiện bằng bộ dò điện từ trường dịch chuyển trên bề mặt vật đã được từ hóa và nó chuyển sự thay đổi từ trường sang xung điện. Phương pháp này phù hợp với các vật liệu thuận từ.

- Đo độ dẫn của lớp bề mặt của sản phẩm bằng dòng Fucô : Máy phát từ trường thay đổi làm cảm ứng trên bề mặt sản phẩm dòng xoay chiều mà mật độ dòng của nó phụ thuộc ngoài các yếu tố khác, vào độ dẫn của sản phẩm. Khuyết tật bề mặt làm giảm độ dẫn rất nhiều do vậy nó làm thay đổi điện thế của cuộn dây phát từ. Phương pháp này có thể áp dụng cho vật liệu thuận từ cũng như cho vật liệu không cảm từ (paramagnetic materials).

2) Sửa chữa khuyết tật vật đúc

Khuyết tật có nhiều loại, có loại sửa chữa được, có loại không sửa chữa được. Tùy theo tính chất, kích thước, hình dạng của khuyết tật ta có các biện pháp sửa chữa :

- Nếu có rỗ ở phần không quan trọng : Trát bằng sơn, bakêlit, hồ gồm dầu + graphit, nhựa matit...
- Chỗ thiếu hụt lớn có thể rót thêm kim loại vào.
- Nếu thiếu hụt chỗ chịu áp lực : Hàn đắp.
- Độ cứng không đạt : Nhiệt luyện.

Nếu khuyết tật ở những chỗ quan trọng hoặc nghiêm trọng thì phải loại bỏ sản phẩm.

Chương 2
GIA CÔNG KIM LOẠI BẰNG ÁP LỰC

2.1 KHÁI NIỆM CHUNG

Gia công kim loại bằng áp lực là phương pháp gia công dựa vào khả năng biến dạng dẻo của kim loại, dùng ngoại lực của thiết bị làm cho kim loại biến dạng theo hình dạng, kích thước yêu cầu, kim loại vẫn giữ được tính nguyên vẹn không bị phá hủy.

Gia công áp lực là phương pháp gia công không phoi, có thể dùng cho tất cả các kim loại có tính dẻo, ít hao tốn kim loại, cho năng suất cao. Sau khi kim loại qua gia công áp lực, cơ tính của kim loại được cải thiện rõ rệt, vì vậy những chi tiết kim loại quan trọng thường được chế tạo từ kim loại đã qua gia công áp lực. Những dạng cơ bản của gia công kim loại bằng áp lực là : Cán, kéo, ép, rèn (tự do, khuôn) và dập.

Do gia công kim loại bằng áp lực chủ yếu dựa trên tính dẻo của kim loại, nên trước hết ta xét khái niệm về biến dạng và biến dạng dẻo trong kim loại.

2.2 SỰ BIẾN DẠNG CỦA KIM LOẠI

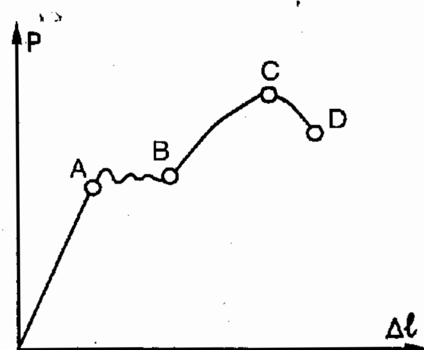
2.2.1 Khái niệm

Đa số các vật liệu kim loại, quá trình biến dạng dưới tác dụng của ngoại lực xảy ra như trên hình 2.1 bao gồm các giai đoạn sau :

- Biến dạng đàn hồi (đoạn OA) : Là biến dạng mà sau khi ngoại lực thôi tác dụng, vật trở về hình dạng và vị trí ban đầu. Quan hệ giữa ứng suất và biến dạng là tuyến tính và tuân theo định luật Hooke (Đã khảo sát trong Sức bền vật liệu).

- Biến dạng dẻo : Là biến dạng không bị mất đi sau khi ngoại lực thôi tác dụng. Biến dạng này tương ứng với giai đoạn chảy của vật liệu (đoạn AB). Đặc điểm của giai đoạn này là lực không tăng trong khi biến dạng vẫn tăng.

- Biến dạng phá hủy : Sau khi qua giai đoạn biến dạng dẻo, vật liệu bị biến cứng nên ở giai đoạn này, lực có tăng biến dạng mới tăng, quan hệ giữa lực và độ biến dạng là đường cong. Ta tiếp tục tăng lực cho tới khi đạt giá trị lớn nhất (điểm C), sau đó lực giảm nhưng biến dạng vẫn tăng cho tới lúc đứt. Trên đồ thị, BC biểu diễn giai đoạn củng cố của vật liệu, CD là giai đoạn phá hủy.



Hình 2.1 Quan hệ giữa lực P và lượng biến dạng Δl

2.2.2 Biến dạng dẻo của kim loại

Ta đã biết, thông thường kim loại có cấu trúc đa tinh thể - bao gồm nhiều hạt. Trong mỗi hạt, các tinh thể xắp xếp theo một phương

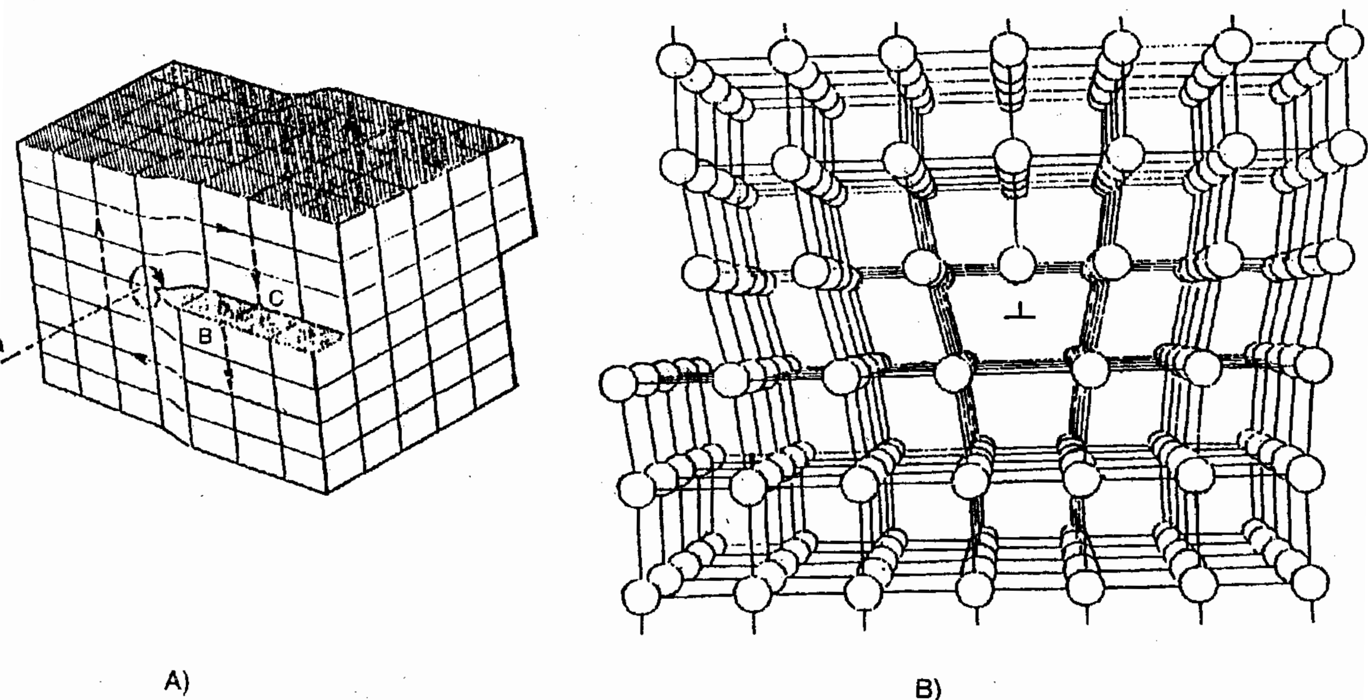
nhất định và có thể coi đơn tinh thể là một hạt. Các hạt định hướng khác nhau và tạo với nhau một góc nhất định tại biên giới hạt. Bản chất của biến dạng dẻo trong kim loại là biến dạng dẻo trong đơn tinh thể và trong đa tinh thể. Ta sẽ xét lần lượt biến dạng dẻo trong từng loại.

a) Biến dạng dẻo trong đơn tinh thể

Biến dạng dẻo trong đơn tinh thể xảy ra theo hai cơ chế chính : Sự trượt và song tinh.

*) **Sự trượt**

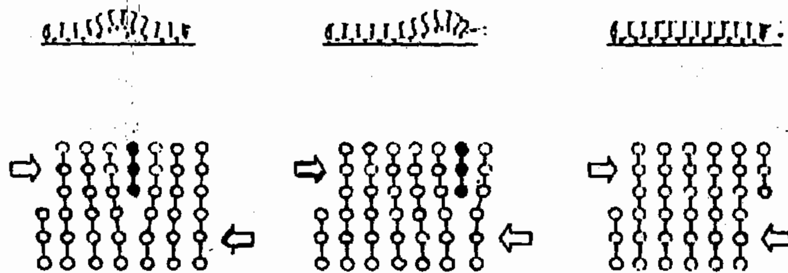
Trong tinh thể luôn tồn tại các khuyết tật, khuyết tật đường quan trọng nhất là lệch mạng, bao gồm lệch mạng xoắn và lệch mạng vuông góc (Hình 2.2).



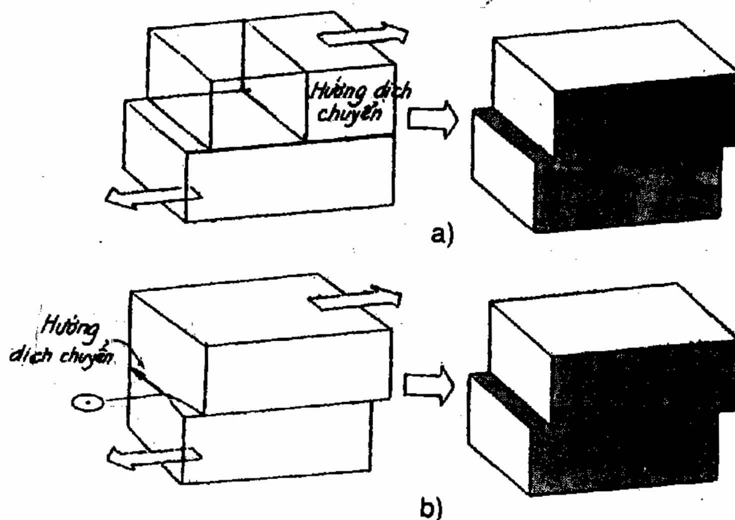
Hình 2.2 Sơ đồ lệch mạng vuông góc (B) và lệch mạng xoắn (A).

Ở lệch mạng vuông góc, phía bên trên một mặt phẳng nào đó (gọi là mặt trượt) có một lớp nguyên tử thừa so với phần dưới của mặt này. Khi có ngoại lực tác dụng, lệch mạng chuyển động theo phương lực tác dụng dần dần sang các vị trí của các nguyên tử kế cận theo từng bước giống như sự dịch chuyển của con sâu đo (Hình 2.3) cho tới khi gặp biên giới hạt hoặc bề mặt kim loại. Quá trình này gọi là sự trượt. Như vậy sự trượt là sự dịch chuyển tương đối của một bộ phận so với một bộ phận khác của mạng tinh thể trên mặt trượt theo một phương gọi là phương trượt đi một khoảng cách là bội số của khoảngcáchgiữa các nguyên tử. Kết quả là sau khi ngoại lực thôi tác dụng, vật không thể tự trở về hình dạng và vị trí ban đầu.

Hình 2.4 biểu diễn sự tạo thành bậc thang trên bề mặt tinh thể do sự chuyển động của lệch mạng dưới tác dụng của ngoại lực.



Hình 2.3 Biểu diễn sự tương tự giữa sâu đo và quá trình dịch chuyển của lệch mạng (sự trượt) ; Mũi tên chỉ lực tác dụng.

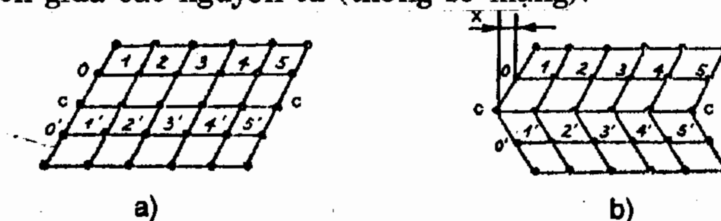


Hình 2.4 Sự tạo thành bậc thang trên bề mặt của tinh thể do sự chuyển động của lệch mạng a) vuông góc và b) lệch xoắn.

Với lệch vuông góc, hướng chuyển động của lệch mạng cùng phương với phương của ứng suất tiếp, với lệch mạng xoắn, lệch mạng chuyển động vuông góc với phương của ứng suất tiếp.

***) Song tinh**

Một cơ chế khác gây nên biến dạng dẻo là song tinh. Song tinh là sự dịch chuyển tương đối của một loạt mặt phẳng các nguyên tử này so với một loạt các mặt phẳng nguyên tử khác, các nguyên tử đối xứng nhau qua một mặt phẳng được gọi là mặt song tinh (Hình 2.5). Khoảng dịch chuyển của các nguyên tử không phải là số nguyên lần khoảng cách giữa các nguyên tử (thông số mạng).



Hình 2.5 Sơ đồ song tinh. a,b – Mạng tinh thể trước và sau song tinh. c–c – Mặt song tinh.

Hiện tượng song tinh xẩy ra rất nhanh và càng mạnh khi biến dạng đột ngột và tốc độ biến dạng lớn (ví dụ khi dập). Song tinh có ảnh hưởng đến sự trượt :

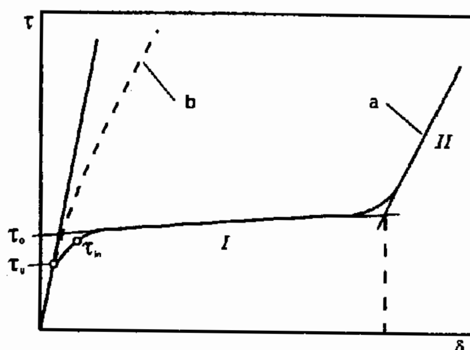
- Tạo điều kiện cho mặt trượt ở vào vị trí thuận lợi nhất giúp cho biến dạng dễ dàng (Vì song tinh gây biến dạng ít và sự trượt chỉ xẩy ra theo phương và trong các mặt trượt nhất định).

- Trong quá trình trượt, nếu có xuất hiện song tinh thì đặc điểm nổi bật nhất là ứng suất tiếp tới hạn giảm xuống.

b) Biến dạng dẻo trong đa tinh thể

Biến dạng dẻo trong đa tinh thể bao gồm hai quá trình chủ yếu : Biến dạng trong nội bộ từng đơn tinh thể (trong nội bộ từng hạt) bao gồm quá trình trượt và song tinh xẩy ra tương tự như trong đơn tinh thể, ngoài ra còn có sự biến dạng giữa các hạt (sự trượt và dịch chuyển tương đối giữa các hạt). Các hạt không biến dạng cùng một lúc mà bắt đầu ở những hạt có mặt trượt tạo với lực tác dụng một góc gần 45° nhất, sau đó đến các hạt lân cận khác và cứ thế các hạt được biến dạng dần.

Sự biến dạng của đa tinh thể kém hơn biến dạng của đơn tinh thể rất nhiều, nghĩa là để đạt được cùng một mức độ biến dạng, ở đa tinh thể cần ứng suất lớn hơn rất nhiều (hình 2.6)



Hình 2.6 Sự phụ thuộc ứng suất trượt vào góc biến dạng của kim loại có cấu trúc lập phương tâm mặt.

a – Đơn tinh thể

b – Đa tinh thể

I – Vùng trượt dễ dàng

II – Vùng hóa bền.

2.2.3 Ảnh hưởng của gia công áp lực đến tổ chức và cơ tính của kim loại

a) Gia công nguội và gia công nóng

Tùy thuộc vào nhiệt độ trong quá trình gia công, người ta phân ra gia công nguội và gia công nóng.

Gia công nguội là quá trình gia công xẩy ra ở dưới **nhiệt độ kết tinh lại**, còn **gia công nóng** là quá trình gia công xẩy ra trên nhiệt độ kết tinh lại. (Nhiệt độ kết tinh lại của kim loại là nhiệt độ mà ở đó xẩy ra hiện tượng kết tinh lại - Xem giáo trình "Vật liệu cơ khí", đối với kim loại nguyên chất $T_{ktl} = 0.3\ T_{nóng\ chảy}$ (K), với hợp kim, nhiệt độ kết tinh lại cao hơn, có thể đạt tới $0.7\ T_{nóng\ chảy}$).

Gia công nguội kèm theo hiện tượng biến cứng, tồn tại ứng suất dư, kết quả làm cho độ bền, độ cứng tăng, độ dẻo và độ dai va chạm giảm. Gia công nguội cũng làm thay đổi lí tính của kim loại : Độ dẫn điện, dẫn nhiệt, độ từ thẩm giảm, độ hòa tan, lực từ tính và từ trễ tăng.

Để làm mất hiện tượng biến cứng và tăng khả năng biến dạng dẻo cho các bước gia công tiếp, ta phải tiến hành ủ.

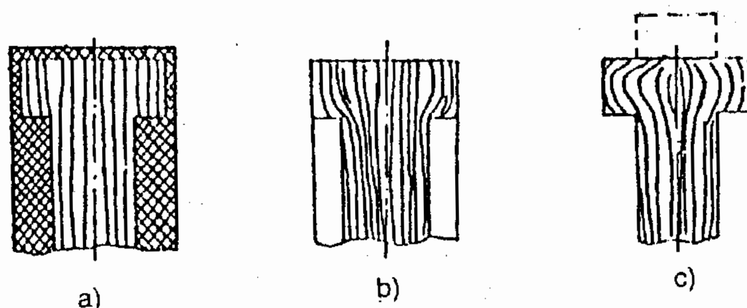
Trong quá trình gia công nóng, hiện tượng biến cứng cũng xẩy ra, song vì ở nhiệt độ cao nên đồng thời xẩy ra hiện tượng biến mền. Biến dạng nóng có thể trừ bỏ

được khuyết tật của tổ chức đúc, làm tăng độ mịn chặt của kim loại, tạo nên tổ chức dạng thớ, làm tăng cơ tính của vật liệu.

b) Ảnh hưởng của gia công áp lực đến tổ chức và cơ tính của kim loại

Kết quả chủ yếu của gia công áp lực là trừ bỏ được các khuyết tật do đúc để lại như lõm co, rỗ... và đặc biệt là tổ chức nhánh cây của vật đúc. Nhờ gia công áp lực, các hạt kim loại bị kéo dài tạo thành thớ làm cho độ bền của kim loại mang tính dị hướng (có các giá trị khác nhau theo các hướng khác nhau). Tổ chức thớ trong kĩ thuật có ý nghĩa rất quan trọng - Khi thiết kế các chi tiết máy, ta cần chú ý đến tổ chức thớ theo nguyên tắc : Lực cắt phải được bố trí thẳng góc với thớ, lực kéo tốt nhất nên bố trí trùng với phương của thớ, tránh cắt đứt các thớ khi gia công và nên tìm cách uốn các thớ theo đường bao quanh của chi tiết.

Để hiểu rõ điều này, ta lấy ví dụ khi chế tạo bulông chịu lực (Hình 2.7). Để tạo mũ bulông, người ta có thể dùng phương pháp cắt gọt từ thép cán (Hình 2.7a). Phương pháp này làm cho các thớ kim loại ở phần mũ bulông bị cắt ngang do đó khả năng chịu lực sẽ yếu. Phương pháp rèn bằng cách vuốt để tạo mũ (Hình 2.7b) cũng làm cho một phần thớ ở phần mũ bị cắt ngang, song khả năng chịu lực tốt hơn phương pháp cắt gọt vì số thớ bị cắt ít hơn. Khả năng chịu lực tốt nhất khi chế tạo sử dụng phương pháp chồn (Hình 2.7c) vì thớ kim loại bị uốn theo đường bao của chi tiết mà không bị cắt.



Hình 2.7 Các phương pháp tạo mũ bulông :
a) Phương pháp cắt gọt ; b) Phương pháp vuốt ; c) Phương pháp chồn

2.3 NUNG NÓNG KIM LOẠI

2.3.1 Mục đích của nung nóng và các hiện tượng xẩy ra khi nung

Nung nóng nhằm nâng cao tính dẻo (Khả năng biến dạng dẻo) của kim loại, giảm khả năng chống biến dạng, tạo điều kiện cho quá trình gia công áp lực được dễ dàng nhằm nâng cao chất lượng và giảm giá thành sản phẩm. Trong quá trình nung nóng, có thể xẩy ra các hiện tượng sau :

– **Quá nhiệt :** Là hiện tượng xẩy ra khi nung quá nhiệt độ cho phép dẫn đến tổ chức hạt to, làm giảm tính dẻo và độ bền của kim loại. Nếu tiếp tục gia công áp lực, kim loại sẽ bị nứt. Để khắc phục hiện tượng này, ta phải ủ sau đó mới tiếp tục gia công áp lực được.

– Cháy : Khi nung kim loại lên trên nhiệt độ quá nhiệt, phần tinh giới hạt có chứa hợp chất của P và S bị ô xy hóa mãnh liệt làm lực liên kết giữa các hạt giảm dẫn tới độ dẻo, độ bền của kim loại bị phá hỏng. Khi kim loại bị cháy, không thể khắc phục được mà chỉ có thể đưa vào lò nấu lại.

– Ô xy hóa : Trong quá trình nung, bề mặt kim loại tiếp xúc với không khí nên bị ô xy hóa tạo nên lớp vẩy ô xýt kim loại, làm hao tốn vật liệu, gây khó khăn cho quá trình gia công, giảm chất lượng sản phẩm, chóng mòn thiết bị. Để khắc phục hiện tượng này, người ta cần xác định nhiệt độ và tốc dộ nung thích hợp. Tốt nhất là nung trong môi trường khí bảo vệ.

– Thoát Các bon : Là hiện tượng làm giảm hàm lượng Các bon ở lớp bề mặt kim loại dẫn tới giảm độ bền của nó. Để khắc phục hiện tượng này, người ta tiến hành thấm cácbon.

– Nứt : Xuất hiện vết nứt bên ngoài hoặc bên trong vật, chủ yếu do tốc độ nung không hợp lí, tạo nên ứng suất trong vật nung vượt quá độ bền của nó. Đối với thép, nứt thường xẩy ra khi nhiệt độ nung dưới 800°C vì ở nhiệt độ này thép có tính dẻo thấp, do đó cần hạn chế tốc độ nung ở nhiệt độ này.

2.3.2 Thiết bị nung

Để nung nóng kim loại trong gia công áp lực, người ta thường dùng các loại thiết bị sau :

– Lò ngọn lửa : Nhiên liệu dùng trong các lò này có thể ở trạng thái rắn, lỏng hoặc khí (Than, dầu, khí cháy...) nhưng thường dùng là than.

– Lò điện : Được sử dụng rộng rãi ở các nước công nghiệp phát triển bởi nó có nhiều ưu điểm dễ khống chế nhiệt độ, dễ tự động hóa và chương trình hóa. Ở đây điện năng được biến thành nhiệt năng để nung nóng phôi rèn. Ví dụ như lò điện trở, lò cảm ứng...

2.4 CÁN KIM LOẠI

2.4.1 Thực chất, đặc điểm

Cán là phương pháp gia công áp lực trong đó kim loại được biến dạng qua khe hở giữa hai trục cán quay ngược chiều nhau.

Hình dạng, kích thước khe hở giữa hai trục cán quyết định hình dạng, kích thước, tiết diện ngang của sản phẩm (Hình 2.8). Quá trình chuyển động của kim loại qua khe hở giữa các trục cán là nhờ lực ma sát sinh ra giữa trục cán và kim loại cần gia công.

Trong các nhà máy luyện kim, 75% kim loại luyện ra đều qua cán để tạo ra các phôi liệu hoặc bán thành phẩm cung cấp cho tất cả các ngành của nền kinh tế quốc dân. Khi cán, chiều dài, chiều rộng của sản phẩm tăng, chiều cao giảm. Để đánh giá mức độ biến dạng, người ta dùng hệ số kéo dài :

$$\mu = \frac{L_1}{L_o} = \frac{F_o}{F_1}$$

F_o, L_o - Diện tích tiết diện và chiều dài phôi trước khi cán.

F_1, L_1 - Diện tích tiết diện và chiều dài phôi sau khi cán.

Tỷ số này thông thường $\mu = 1 \div 2$.

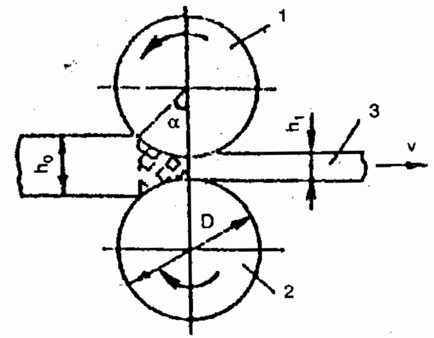
Lượng ép tuyệt đối :

$\Delta h = (h_o - h_1)$ (mm) $= D(1 - \cos\alpha)$

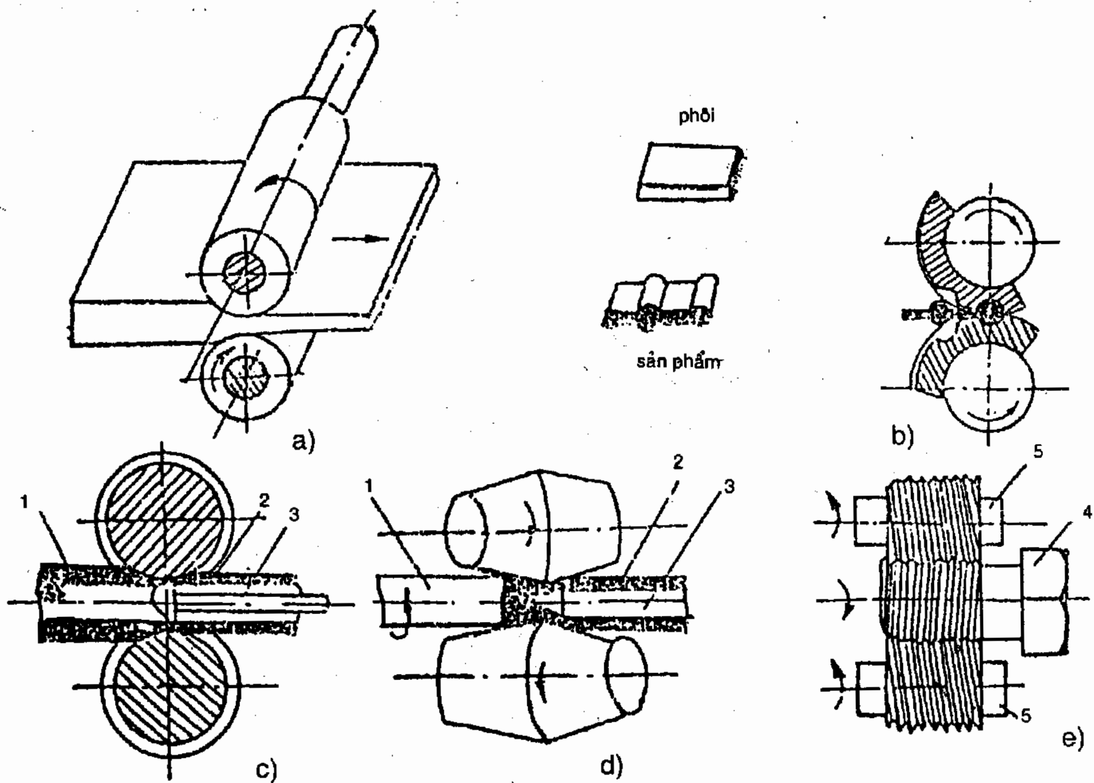
h_o, h_1 - Chiều cao trước và sau khi cán.

D - Đường kính của trục cán.

α - Góc cán hay còn gọi là góc ăn.



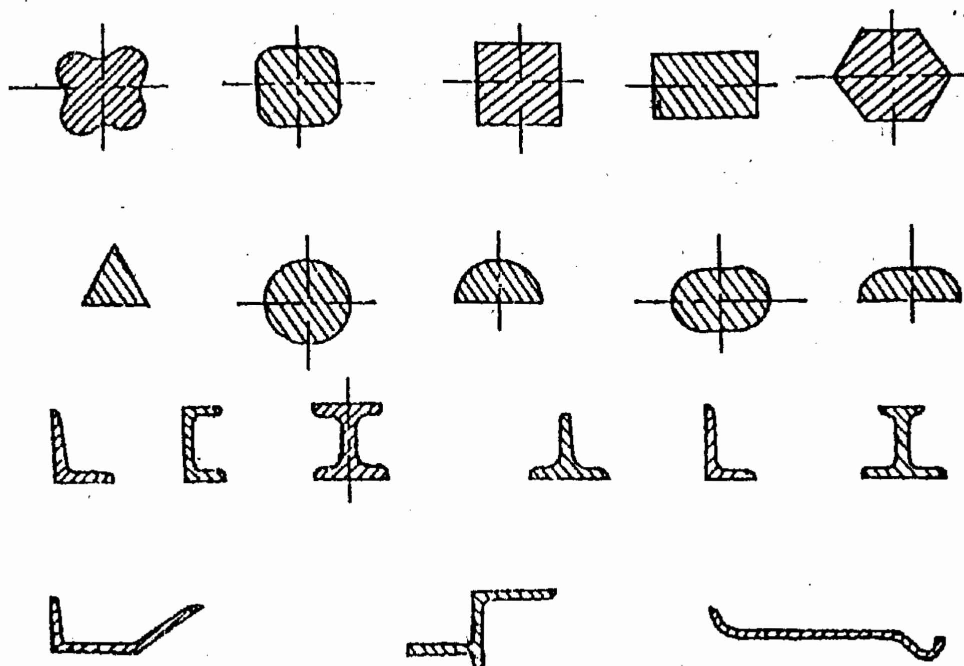
Hình 2.8 Sơ đồ cán
1,2 - Trục cán ; 3 - Sản phẩm



Hình 2.9 Sơ đồ nguyên lí một số phương pháp cán
a) Cán phẳng ; b) Cán định hình ; c) Cán ống dài từ phôi ống ;
d) Cán ống liền (không có đường hàn) từ phôi đặc ; e) Cán ren ;
1. Phôi ; 2. Sản phẩm ; 3. Trục nong ; 4. Phôi ; 5. Trục cán.

2.4.2 Sản phẩm cán

(Xem hình 2.10)



Hình 2.10 Một số sản phẩm cán.

Sản phẩm cán có thể chia làm 4 nhóm : Loại tấm, loại hình, loại ống và loại đặc biệt.

Loại tấm : Gồm các tấm mỏng có chiều dầy từ 0.2 ÷ 3.75 mm ; Loại tấm dầy có chiều dầy từ 4 ÷ 60 mm ; Loại dải có chiều dầy từ 0.2 ÷ 2 mm.

Loại hình : Bao gồm các loại có tiết diện đơn giản : Vuông, tròn, chữ nhật, tam giác, lục giác, bầu dục, bán nguyệt... Loại hình phức tạp như các tiết diện chữ T, L, I, C, U...

Loại ống : Bao gồm ống có mối hàn (được cuộn và hàn từ tấm mỏng) và loại ống không có mối hàn (cán trực tiếp từ phôi đặc hình trụ).

Loại đặc biệt : Có những tiết diện đặc biệt dùng trong một số ngành đặc biệt như chế tạo ô tô, tầu thủy, máy bay...

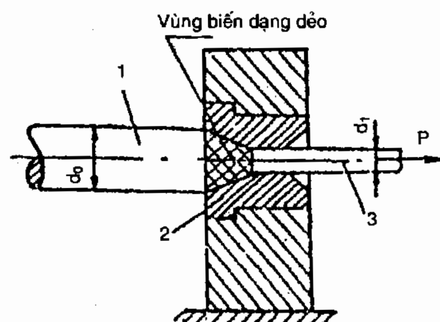
2.5 KÉO SỢI

2.5.1 Thực chất, đặc điểm

Kéo sợi là phương pháp gia công áp lực, trong đó kim loại được biến dạng qua lỗ hình của khuôn kéo ; Hình dạng, kích thước, tiết diện của sản phẩm phụ thuộc vào hình dạng, kích thước của lỗ khuôn (Hình 2.11)

Khi kéo, tiết diện phôi giảm do biến dạng khi qua khuôn kéo, chiều dài tăng ; Mỗi lần kéo, lượng giảm tiết diện được đặc trưng bằng hệ số kéo k : k = d_o/d_1

Tùy theo vật liệu phôi và khuôn kéo, mỗi lần trung bình giảm 15 - 30% tiết diện ngang. Sản phẩm kéo có cơ tính theo chiều dọc tăng lên, độ bóng bề mặt tăng.

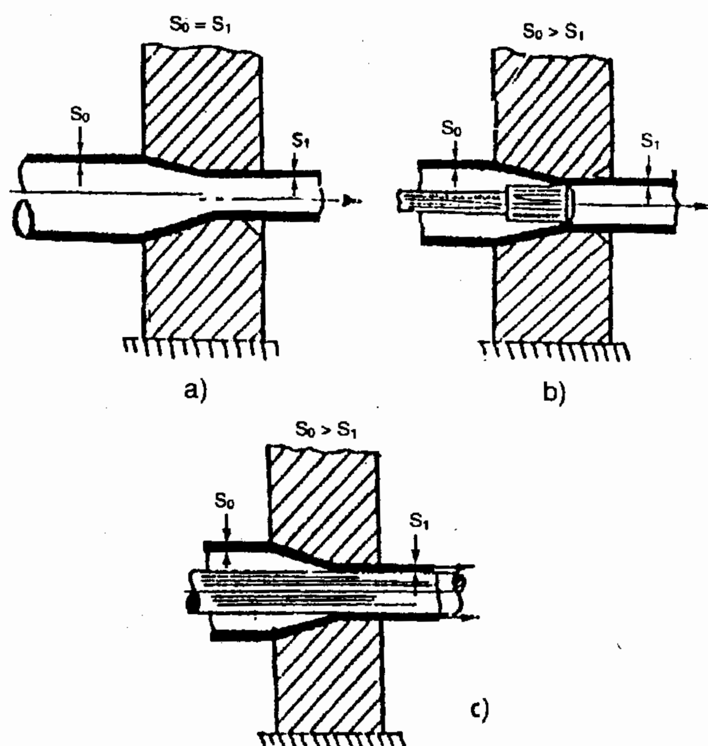


Hình 2.11 Sơ đồ kéo sợi
1. Phôi ; 2. Khuôn kéo ; 3. Sản phẩm.

2.5.2 Các phương pháp kéo

Trên cơ sở hình dạng lỗ khuôn, người ta có thể kéo ra các sản phẩm khác nhau : Thanh, ống hoặc các tiết diện có hình dạng bất kỳ. Hình 2.12 giới thiệu một số phương pháp kéo ống. Ngoài phương pháp kéo dây thông thường, người ta dùng phương pháp kéo để làm giảm đường kính trong và ngoài, giảm chiều dầy thành ống. Tùy theo yêu cầu sản phẩm, người ta có thể dùng lõi ngắn hay dài trong lỗ khuôn để tạo ra đường kính trong chính xác.

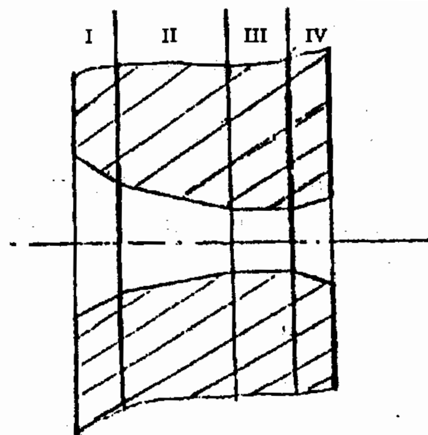
Với phương pháp kéo ống không lõi, ta nhận được đường kính nhỏ hơn nhưng chiều dầy không thay đổi nhiều (Hình 2.12a). Để làm mỏng thành và để thu được đường kính bên trong chính xác, ta dùng các phương án 2.12b, c.



Hình 2.12 Các phương pháp kéo ống.
a) Kéo ống không lõi ; b) Kéo ống có lõi ; c) Kéo ống lõi dài.

2.5.3 Khuôn kéo

Quá trình kéo được thực hiện trên máy kéo qua một dụng cụ có lỗ gọi là khuôn kéo. Khuôn kéo có bốn phần : Phần vuốt nhỏ (I) để làm biến dạng phôi, phần làm trơn (II), phần vuốt nhẵn (III) và phần thoát (IV). Phần vuốt nhẵn thường là hình trụ còn các phần khác đều là hình côn (Hình 2.13).



Hình 2.13 Khuôn kéo.

Khuôn kéo được chế tạo từ hợp kim cứng (để kéo các dây có đường kính đến 0.5 mm), kim cương (để kéo các dây có đường kính rất nhỏ) hoặc bằng thép dụng cụ (để kéo thanh và ống có tiết diện lớn). Thông thường cứ sau mỗi lần kéo người ta thay khuôn bằng khuôn có đường kính nhỏ hơn, hoặc bố trí một dẫy liên tiếp các khuôn có đường kính giảm dần.

Để giảm bớt ma sát ở khuôn kéo, người ta dùng các chất bôi trơn như dầu mỡ, bột xà phòng, graphit, đồng sunfat... Việc kéo được tiến hành ở trạng thái nguội nên xảy ra hiện tượng biến cứng nguội bề mặt. Để làm mất hiện tượng biến cứng nguội bề mặt, tăng khả năng biến dạng dẻo và để tiến hành kéo liên tục, người ta đem ủ kim loại. Một số dây chuyền kéo hiện đại, người ta bố trí giữa các khuôn những điện cực đặc biệt có tác dung nung nóng kim loại, tăng khả năng biến dạng dẻo của kim loại.

Bằng phương pháp kéo, người ta có thể chế tạo các dây, ống có đường kính rất nhỏ (ϕ = 0.065 mm).

Phương pháp kéo đảm bảo độ chính xác cao, độ bóng bề mặt và nâng cao độ bền của vật liệu.

2.6 ÉP KIM LOẠI

2.6.1 Thực chất, đặc điểm

Ép kim loại là quá trình gia công kim loại bằng áp lực, trong đó kim loại được nung nóng và được ép qua lỗ khuôn để có được hình dạng và kích thước theo yêu cầu cần thiết.

Phương pháp ép có một số đặc điểm sau :

- Độ chính xác của sản phẩm cao.
- Năng suất cao.

Tuy nhiên ép có nhược điểm là khuôn chóng mòn, hao phí kim loại dư lại sau khi ép lớn.

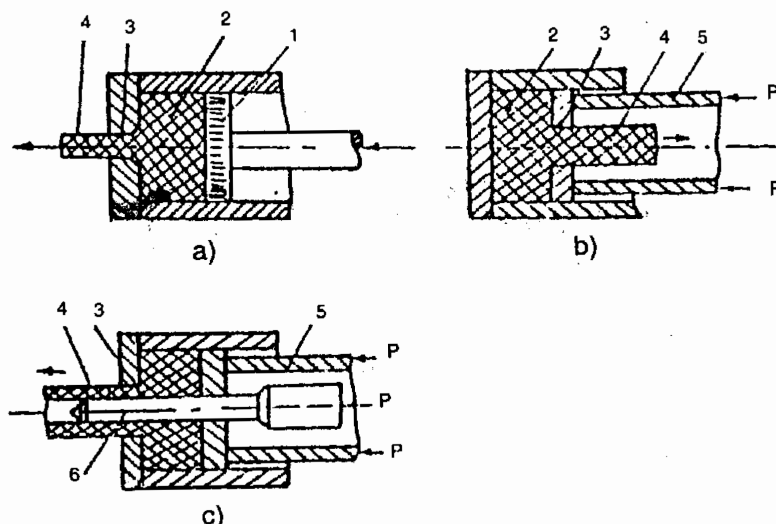
2.6.2 Các phương pháp ép

Căn cứ vào chuyển động tương đối giữa sản phẩm và chày ép, ta có các phương pháp ép sau (Hình 2.14) :

- Ép thuận : Là phương pháp ép mà chày ép chuyển động cùng chiều với sản phẩm (hình 2.14a).

- Ép nghịch : Là phương pháp ép mà hướng chuyển động của chày và sản phẩm ngược nhau (hình 2.14b).

Để ép phôi có tiết diện rỗng, ta dùng phương án như hình 2.14c. Đối với những phôi đặc, để tạo lỗ, chày nong 6 phải tiến vào trước cho tới khi vượt qua lỗ khuôn (3) thì dừng lại, sau đó chày rỗng 5 làm việc để ép kim loại ra khỏi lỗ khuôn tạo ra sản phẩm ép. Hình dạng, kích thước của chày nong quyết định hình dạng, kích thước bên trong của sản phẩm.



Hình 2.14 Các phương pháp ép

a) Ép thuận ; b) Ép nghịch ; c) Ép ống.

1. Chày ép ; 2. Phôi kim loại ;

3. Lỗ hình khuôn ép ; 4. Sản phẩm ; 5. Chày ép rỗng ; 6. Chày nong.

2.7 RÈN TỰ DO

2.7.1 Thực chất, đặc điểm của rèn tự do

Rèn tự do là phương pháp gia công áp lực mà kim loại được biến dạng tự do trừ bề mặt tiếp xúc của phôi với dụng cụ gia công và đe.

Rèn tự do có những đặc điểm sau :

- Cho phép rèn được những chi tiết lớn.
- Độ chính xác và năng suất thấp.
- Chỉ gia công được những chi tiết đơn giản.
- Chất lượng sản phẩm phụ thuộc vào tay nghề công nhân.
- Hao phí kim loại lớn.

Do vậy rèn tự do chỉ được dùng trong sửa chữa, sản xuất đơn chiếc hoặc hàng loạt nhỏ

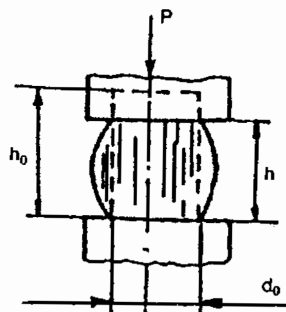
2.7.2 Những nguyên công cơ bản của rèn tự do

a) Chồn

Chồn là nguyên công làm giảm chiều cao, tăng tiết diện ngang của phôi (Hình 2.15). Chồn là nguyên công tạo phôi được sử dụng trong những trường hợp :

- Tạo phôi có tiết diện lớn từ phôi liệu ban đầu có tiết diện bé hơn.
- Là nguyên công chuẩn bị cho cải tạo tổ chức thớ phù hợp khả năng chịu lực của chi tiết.

Để đảm bảo quá trình chồn tiến hành tốt, cần phải thỏa mãn điều kiện : $h_o/d_o \leq 2$, trong đó h_o và d_o là chiều cao và đường kính phôi cần chồn.



Hình 2.15 Nguyên công chồn

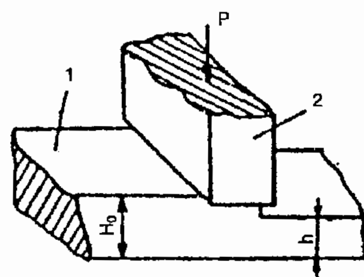
b) Vuốt

Vuốt là nguyên công làm giảm tiết diện ngang, tăng chiều dài của phôi từ những phôi liệu ban đầu có tiết diện lớn, chiều dài bé hơn (Hình 2.16). Nguyên công này dùng để rèn các phôi dạng trục hoặc ống.

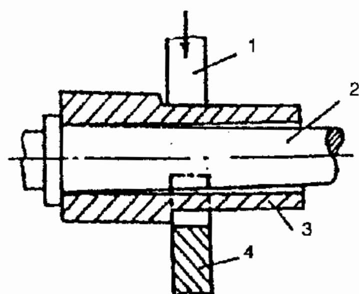
Để vuốt ống, người ta có thể tiến hành trên trục tâm hoặc lõi vuốt (Hình 2.17).

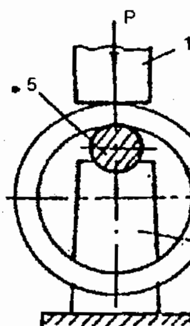
Vuốt trên lõi dùng khi cần tăng chiều dài, giảm chiều dầy ống, đường kính trong hầu như không thay đổi.

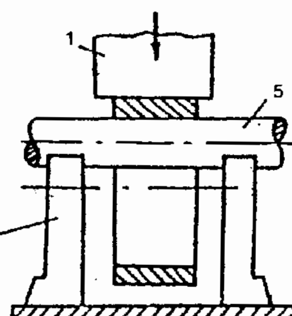
Vuốt trên trục tâm được dùng để mở rộng lỗ và giảm chiều dầy, còn chiều dài thay đổi rất ít.



Hình 2.16 Nguyên công vuốt
1. Phôi ; 2. Đầu buá



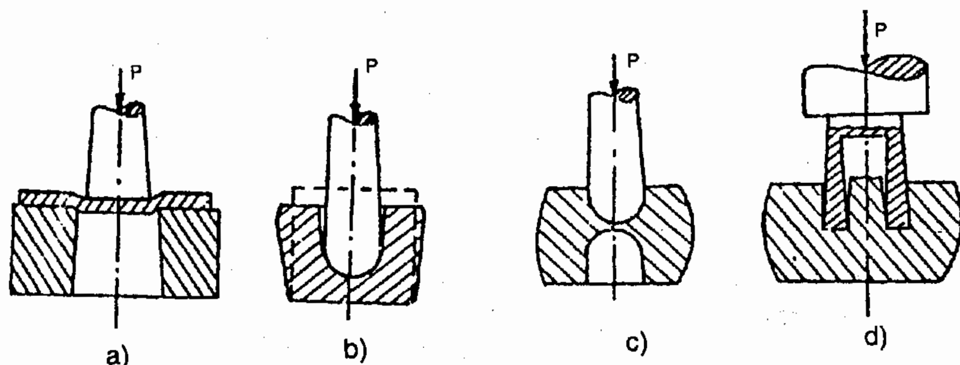




Hình 2.17 Các phương pháp vuốt ống.
a) Vuốt trên lõi ; b) Vuốt trên trục tâm
1. Búa ; 2. Lõi vuốt ; 3. Phôi vuốt ; 4. Đe dưới ; 5. Trục tâm.

c) Đột lỗ

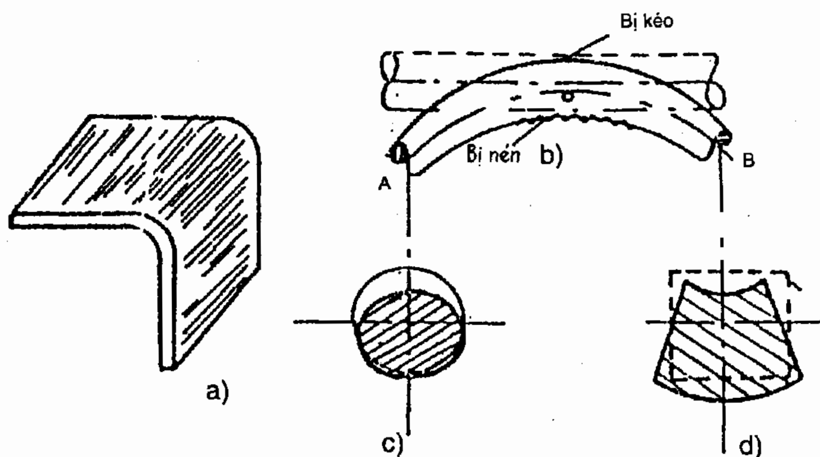
Đột lỗ là phương pháp tạo lỗ trên vật rèn, lỗ có thể thông hoặc không thông (H.2.18). Lỗ được tạo thành có thể do đột bỏ một phần kim loại (Hình 2.18a) hoặc biến dạng kim loại để tạo thành lỗ (Hình 2.18b, c). Đối với những vật có tỉ số h_o/d 0.5 khi đột được 70 - 80% chiều sâu toàn bộ, ta lật vật để đột tiếp (Hình 2.18c). Đối với những lỗ có đường kính lớn, người ta dùng mũi đột rỗng để giảm lực đột (Hình 2.18d).



Hình 2.18 Nguyên công đột lỗ.

d) Uốn cong

Uốn cong là nguyên công làm đổi hướng trục hoặc thớ của vật rèn (Hình 2.19). Khi uốn, tiết diện phôi tại chỗ uốn thay đổi về hình dạng, kích thước. Ví dụ : Với phôi tròn (Hình 2.19c), với phôi vuông (Hình 2.19d) Khi uốn các thớ kim loại được chia thành hai lớp. Lớp chịu kéo làm bề mặt dễ nứt, lớp chịu nén làm bề mặt dễ bị nhăn. Lớp trung gian giữa hai lớp, không bị kéo và cũng không bị nén gọi là lớp trung hoà.

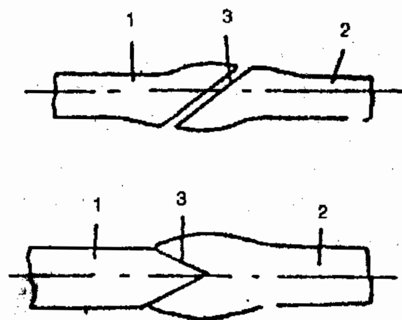


Hình 2.19 Nguyên công uốn cong

e) Hàn rèn

Hàn rèn là phương pháp để nối các phần tử kim loại lại với nhau bằng phương pháp gia công áp lực.

Thực chất của phương pháp này là nung hai phần cần nối (1), (2) đến nhiệt độ gần nhiệt độ chảy rồi dùng ngoại lực tác dụng để chúng dính lại với nhau tạo nên mối nối. Ở nhiệt độ đó, kim loại dưới tác dụng của ngoại lực sẽ khuyếch tán vào nhau tạo thành mối hàn.



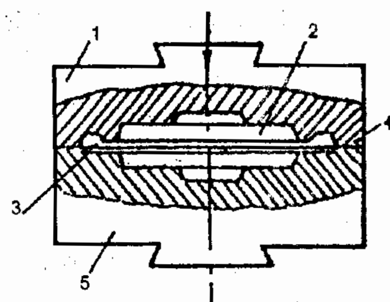
Hình 2.20 Hàn rèn

2.8 DẬP THỂ TÍCH

2.8.1 Thực chất, đặc điểm

Dập thể tích (còn gọi là rèn khuôn) là phương pháp gia công áp lực trong đó kim loại được biến dạng trong không gian hạn chế của lòng khuôn. Kết cấu của khuôn dập như trên hình 2.21.

Trong khi dập, nửa khuôn trên (1) và nửa khuôn dưới (5) được bắt chặt với đe trên và đe dưới của thiết bị. Phần kim loại thừa chảy vào rãnh (3) tạo thành bavia của vật rèn.



Hình 2.21 Khuôn dập thể tích
1. Khuôn trên
2. Lòng khuôn
3. Rãnh bavia
4. Mặt phân khuôn
5. Khuôn dưới

So với rèn tự do, rèn khuôn có đặc điểm :

- Độ chính xác và chất lượng vật rèn cao.
- Có khả năng chế tạo được những chi tiết phức tạp.
- Năng suất cao.
- Dễ cơ khí hóa và tự động hóa.

Nhưng giá thành chế tạo khuôn cao, khuôn chóng mòn, vì vậy phương pháp rèn khuôn chỉ thích hợp với sản xuất hàng loạt và hàng khối.

Để chọn phương pháp rèn hợp lí, ta có thể dùng công thức rèn khuôn hợp lí :

$$N_o = \frac{\sum G_{kh}}{(m_1 + n_1) - (m_2 + n_2)}$$

Trong đó :

N_o - Số chi tiết hợp lí để rèn khuôn.

G_{kh} - Tổng giá thành chế tạo khuôn.

m_1 - Giá thành chi tiết rèn tự do.

n_1 - Giá thành gia công cơ khí chi tiết rèn tự do.

m_2 - Giá thành cũng của chi tiết ấy nếu rèn khuôn.

n_2 - Giá thành gia công cơ khí chi tiết ấy khi rèn khuôn.

Nếu số lượng chi tiết cần gia công là N :

$N > N_o$: Rèn khuôn là hợp lí.

$N < N_o$: Rèn khuôn không kinh tế, ta chuyển qua rèn khuôn đơn giản hoặc rèn tự do.

2.8.2 Các phương pháp rèn khuôn

Căn cứ vào lòng khuôn, ta phân ra các phương pháp rèn khuôn sau :

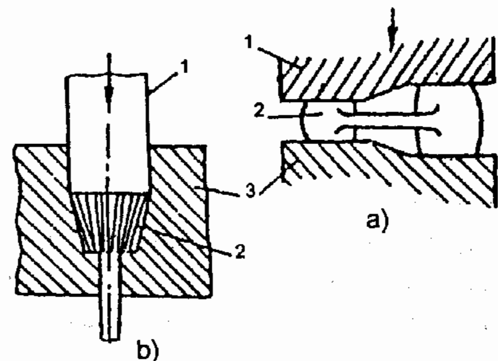
- Lòng khuôn hở : Là lòng khuôn mà trong quá trình gia công có một phần kim loại được biến dạng tự do (Hình 2.22a)
- Lòng khuôn kín : Là lòng khuôn không cho bavia trên sản phẩm (Hình 2.22b)

Đối với vật rèn đơn giản hoặc không yêu cầu chính xác, ta dùng khuôn hở. Đối với chi tiết phức tạp, đòi hỏi chính xác, ta thường dùng khuôn có bavia hoặc không có bavia.

2.9 DẬP TẤM (DẬP NGUỘI)

2.9.1 Thực chất, đặc điểm

Dập tấm là những phương pháp gia công áp lực để chế tạo sản phẩm từ vật liệu tấm, thép bản hoặc dải cuộn. Dập tấm có thể tiến hành ở trạng thái nóng hoặc nguội, song chủ yếu gia công ở trạng thái nguội nên còn gọi là "dập nguội". Dập tấm được dùng rộng rãi trong các ngành công nghiệp như chế tạo ôtô, máy bay, tầu thủy, chế tạo thiết bị điện, các đồ dân dụng. Dập tấm có một số đặc điểm :



Hình 2.22 Các loại lòng khuôn
a) Lòng khuôn hở
b) Lòng khuôn kín
1. Khuôn trên ; 2. Vật rèn ; 3. Khuôn dưới.

- Độ chính xác và chất lượng sản phẩm cao.
- Khả năng cơ khí hóa va tự động hóa cao.
- Năng suất cao.

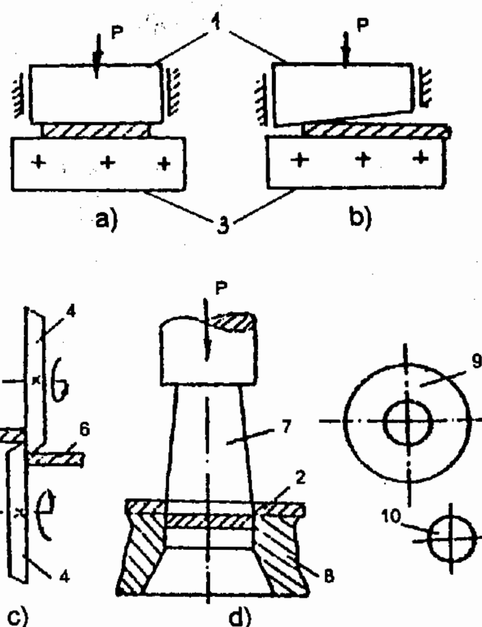
2.9.2 Các nguyên công của dập tấm

a) Cắt phôi :

Cắt phôi là nguyên công chia phôi thành nhiều phần bằng nhau theo những đường cắt hở hoặc kín. Cắt có thể tiến hành trên máy cắt có lưỡi cắt song song, nghiêng hay lưỡi cắt đĩa.

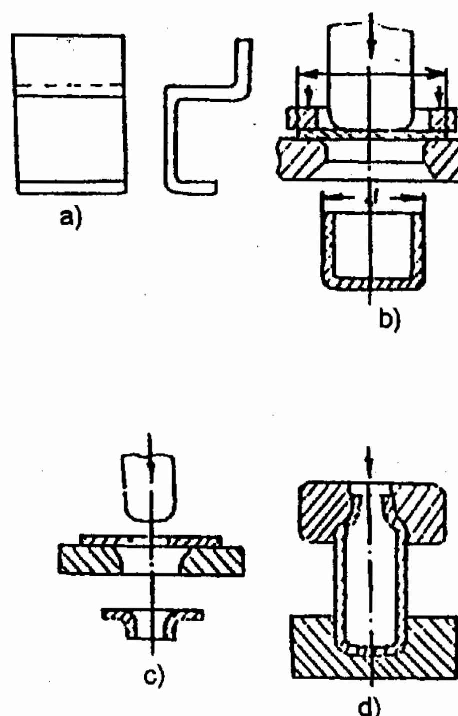
Để cắt những đường khép kín, ta dùng dập cắt và đột lỗ. Về bản chất, nguyên công dập cắt và đột lỗ là giống nhau. Chỉ khác nhau về công dụng. Trên hình 2.23d, khi ta dập cắt phôi có đường kính D, ta được sản phẩm 10, phần còn lại 9 là phế liệu. Ngược lại, khi đột lỗ, 9 là sản phẩm, phần còn lại 10 là phế liệu.

Hình 2.23 Các phương pháp cắt phôi
a) Cắt bằng lưỡi cắt song song.
b) Cắt bằng lưỡi cắt nghiêng.
1. Lưỡi cắt trên ; 2. Phôi ;
3. Lưỡi cắt dưới.
c) Cắt bằng đĩa.
4. Lưỡi cắt đĩa ;
5. Sản phẩm ; 6. Phôi ;
d) Dập cắt
7. Chày dập ; 8. Cối dập.



b) Tạo hình

Từ những phôi đã được tạo ra ở nguyên công trước, ta tiến hành chế tạo các chi tiết dạng cốc thông hoặc không thông. Tùy theo yêu cầu cụ thể mà ta có các phương pháp khác nhau như trên hình 2.24.



Hình 2.24 Phương pháp tạo hình
a) Cuốn ; b) Dập sâu ;
c) Lên vành ; d) Tóp miệng.

Chương 3
HÀN VÀ CẮT KIM LOẠI

3.1 KHÁI NIỆM, ĐẶC ĐIỂM, PHÂN LOẠI HÀN

3.1.1 Khái niệm và đặc điểm

Hàn là phương pháp ghép nối các phần tử kim loại thành một khối thống nhất không thể tháo dời được (nếu không phá hủy chúng) bằng cách nung nóng chỗ nối lên tới trạng thái hàn (chẩy hoặc dẻo), sau đó có thể dùng lực ép hoặc không để tạo thành mối nối.

Khi hàn ở trạng thái chẩy, kim loại kết tinh hoàn toàn để tạo thành mối nối. Khi hàn ở trạng thái dẻo, kim loại khuyếch tán vào nhau để hình thành mối nối. Để tăng khả năng khuyếch tán và tạo liên kết hàn tốt, người ta dùng áp lực để ép các phần tử hàn lại.

Hàn có những đặc điểm sau :

- Có thể chế tạo được những liên kết phức tạp từ những chi tiết đơn giản.
- Có thể nối được những kim loại có tính chất khác nhau : Ví dụ : Hàn kim loại đen với kim loại màu, hàn các vật liệu chất dẻo.
- Hàn tiết kiệm được kim loại.

Ví dụ : So với tán rivê, hàn tiết kiệm 10 - 20% kim loại, so với đúc, hàn tiết kiệm tới 60% kim loại (vì đúc còn phải hao tổn kim loại vào hệ thống rót, đậu ngót...)

- Giảm thời gian chế tạo.
- Độ bền, độ kín mối hàn cao.
- Năng suất cao.

Tuy nhiên, hàn có một số nhược điểm :

- Dễ có khuyết tật (cong, vênh, nứt, rỗ khí...)
- Cơ tính của mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt xung quanh mối hàn kém hơn so với các vùng khác.
- Khả năng chịu tải, đặc biệt là tải trọng động của mối hàn kém.

Song vì có nhiều ưu điểm nổi bật nên hàn được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp.

3.1.2 Phân loại các phương pháp hàn

Tùy theo quan điểm phân loại mà chúng ta có các phương pháp hàn khác nhau :

*) Căn cứ vào **trạng thái kim loại vùng hàn** người ta có hàn nóng chẩy và hàn dẻo.

- Hàn nóng chẩy là nung nóng chỗ hàn đến trạng thái chẩy.

Ví dụ : Hàn hồ quang điện, hàn khí...

- Hàn áp lực là phương pháp hàn chỉ làm dẻo chỗ hàn nhờ lực ép để hình thành mối nối. Ví dụ : Hàn tiếp xúc, hàn rèn..

*) Căn cứ vào **dạng năng lượng** cung cấp cho quá trình hàn, ta có các dạng hàn sau đây :

- Hàn điện : Là phương pháp sử dụng điện năng để biến thành nhiệt năng cung cấp cho quá trình nung nóng ; Ví dụ : hàn hồ quang, hàn tiếp xúc...

- Hàn hóa học : sử dụng nhiệt năng toả ra từ các phản ứng hoá học để cấp cho quá trình hàn ; Ví dụ : hàn khí, hàn nhiệt nhôm.

- Hàn cơ học : sử dụng cơ năng biến thành nhiệt năng để làm dẻo chỗ hàn như hàn ma sát, hàn nguội, hàn nổ...

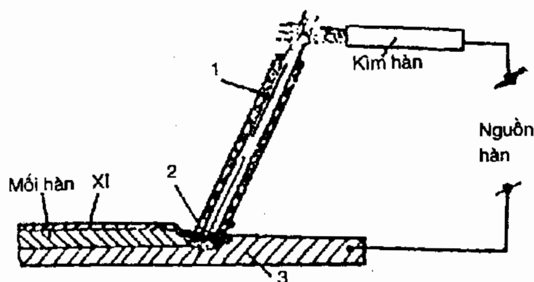
Ngoài ra còn có một số dạng hàn đặc biệt như hàn điện xỉ, hàn bằng tia lửa điện, hàn siêu âm, hàn cảm ứng, hàn lade...

3.2 HÀN ĐIỆN HỒ QUANG

3.2.1 Khái niệm

Hàn điện hồ quang là sử dụng năng lượng điện do hồ quang cháy giữa các điện cực để làm nóng chảy chỗ hàn (Hình 3.1).

Hồ quang là hiện tượng phóng điện trong môi trường khí đã bị ion hoá giữa các điện cực. Trong sơ đồ trên, hồ quang cháy giữa hai điện cực, trong đó có một điện cực là que hàn và điện cực kia là vật hàn.



Hình 3.1 Sơ đồ hàn hồ quang (mắc trực tiếp)
1. Que hàn (điện cực) ;
2. Vùng hàn ; 3. Vật hàn.

Nhiệt độ ở trung tâm hồ quang rất cao (≈ 6000°C). Hồ quang cháy kèm theo sự phát sáng bởi các tia hồng ngoại, tử ngoại có hại đến sinh lí của người (mắt, da...).

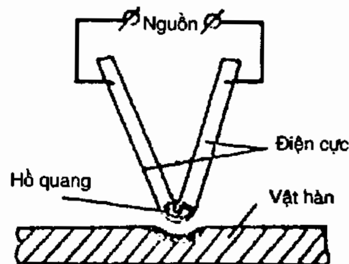
Hồ quang cũng có thể sinh ra giữa hai điện cực đều là que hàn (Hình 3.2), lúc đó sơ đồ nối dây theo kiểu gián tiếp, thường dùng loại điện cực không nóng chảy và que hàn phụ để bổ sung kim loại cho mối hàn.

3.2.2 Nguồn điện hàn

Hàn điện hồ quang có thể dùng nguồn một chiều hoặc xoay chiều.

- Nguồn xoay chiều có giá thành rẻ, phổ biến ở nhiều nơi và thường dùng để hàn. Song nhược điểm khi dùng dòng xoay chiều là hồ quang cháy không ổn định và chất lượng mối hàn kém.

- Nguồn một chiều cho mối hàn có chất lượng cao hơn, song thiết bị phức tạp, giá thành cao. Chỉ khi cần hàn mối



Hình 3.2 Sơ đồ mắc gián tiếp.

nối quan trọng thì mới dùng dòng một chiều. Loại dòng này hoặc nhờ máy phát một chiều hoặc lấy dòng xoay chiều cho qua chỉnh lưu.

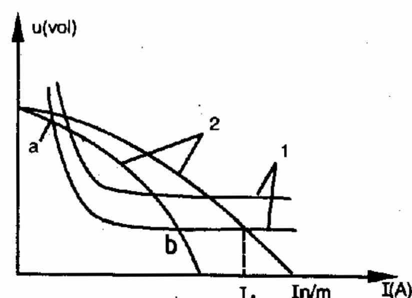
Nguồn điện hàn phải thỏa mãn **các yêu cầu** sau :

+ Điện thế không tải U_o phải đủ lớn để gây hồ quang và duy trì hồ quang cháy ổn định nhưng không gây nguy hiểm cho công nhân hàn.

Với dòng xoay chiều : $U_o = 55 \div 80$ V

Với dòng một chiều : $U_o = 30 \div 55$ V

Với các giá trị điện thế không tải trên, khi có tải (khi hồ quang cháy) điện thế hạ xuống tương ứng 25 - 40 V với dòng xoay chiều và 15 - 25 V với dòng một chiều.



Hình 3.3 Đường biểu diễn quan hệ V – A

1. Đặc tính tĩnh của hồ quang
2. Đặc tính ngoài của máy hàn

+ Trên hình 3.3 biểu thị đường đặc tính tĩnh của hồ quang. Điểm (a) là điểm gây hồ quang và (b) là điểm hồ quang cháy ổn định. Như vậy quan hệ U,I phải là hàm số nghịch (đặc tính rơi). Khi I tăng thì U giảm và khi đoản mạch thì T_{max} trong giới hạn cho phép, không gây cháy máy.

+ Cường độ dòng ngắn mạch phải nhỏ nhằm nâng cao tuổi thọ cho máy

$$I_{nm} = (1.3 \div 1.4)I_h$$

Trong đó : I_{nm} - là cường độ dòng điện ngắn mạch

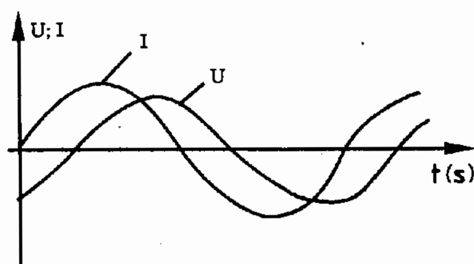
I_h - Cường độ dòng điện hàn.

+ Điện thế nguồn hàn phải thay đổi nhanh phù hợp với sự thay đổi điện trở hồ quang nhằm ổn định sự cháy của hồ quang.

+ Cường độ dòng điện hàn có thể thay đổi vô cấp hoặc phân cấp để phù hợp với yêu cầu hàn các chi tiết có chiều dầy tùy ý và các kim loại khác nhau.

+ Nguồn xoay chiều vì có đường biểu diễn của U và I theo thời gian có dạng hình sin nên U và I phải lệch pha nhau (Hình 3.4) để tránh cả hai giá trị bằng không trong cùng một thời điểm.

+ Thiết bị hàn phải đảm bảo gọn, nhẹ, cấu tạo đơn giản, dễ sử dụng, dễ bảo quản và giá thành rẻ.



Hình 3.4 Sự lệch pha của U và I

3.2.3 Điện cực hàn

Điện cực hàn có hai loại chính : Điện cực nóng chẩy và điện cực không nóng chẩy.

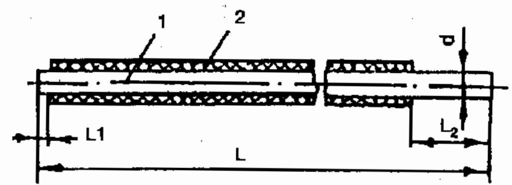
a) Điện cực nóng chẩy : Điện cực nóng chẩy là điện cực trong quá trình hàn bị nóng chẩy. Điện cực này vừa làm nhiệm vụ gây hồ quang, duy trì sự cháy của hồ quang đồng thời đảm bảo cung cấp kim loại bổ sung cho mối hàn. Điện cực nóng chẩy có thể có thuốc bọc hoặc không. Loại không có thuốc bọc được chế tạo thành từng cuộn và dùng trong hàn hồ quang tự động và bán tự động. Việc bảo vệ mối

hàn trong trường hợp này được thực hiện bằng thuốc hàn riêng hoặc trong môi trường có khí bảo vệ.

Điện cực có thuốc bọc được dùng rộng rãi trong hàn hồ quang tay, gọi là que hàn (Hình 3.5).

Cấu tạo của que hàn bao gồm lõi và thuốc bọc.

– Lõi que hàn làm bằng kim loại, phải thỏa mãn các yêu cầu sau :



Hình 3.5 Cấu tạo que hàn.
1. Lõi kim loại ; 2. Thuốc bọc ;
L_1 – Phần gây hồ quang ;
L_2 – Phần kẹp của kìm hàn.

+ Phải đảm bảo kim loại mối hàn có cơ tính theo yêu cầu.

+ Kim loại que hàn phải có thành phần hóa học giống hoặc tốt hơn kim loại vật hàn.

+ Có tính công nghệ tốt (dễ gây và ổn định sự cháy của hồ quang, có thể hàn các mối hàn ở các vị trí khác nhau trong không gian).

+ Có năng suất hàn cao.

+ Giá thành rẻ.

Lõi que hàn thường được chế tạo từ thép cácbon cho các công việc hàn thông thường và từ thép hợp kim để hàn các loại thép hợp kim.

– Thuốc bọc có các yêu cầu sau :

+ Nhiệt độ nóng chảy của thuốc bọc phải lớn hơn nhiệt độ nóng chảy của lõi nhằm tạo ống dẫn hướng kim loại vào vùng hàn.

+ Tạo khí trong quá trình cháy để bảo vệ mối hàn.

+ Tạo xỉ nổi lên trên vết hàn để ngăn cản sự xâm nhập của ô xy và ni tơ khuyếch tán vào kim loại lỏng của vùng hàn làm ô xy hóa kim loại mối hàn và làm giảm cơ tính của mối hàn.

+ Hợp kim hóa mối hàn.

+ Làm tăng độ chảy loãng của kim loại lỏng của mối hàn.

+ Tạo cho sự cháy của hồ quang ổn định.

+ Khử các tạp chất có hại cho mối hàn.

Theo thành phần hóa học, thuốc bọc que hàn được chia ra các loại : a xít, rutin, bazơ và xelulô.

Thuốc bọc a xít chủ yếu gồm quặng ô xýt sắt và mangan, Ô xýt silic (SiO_2), feromangan.

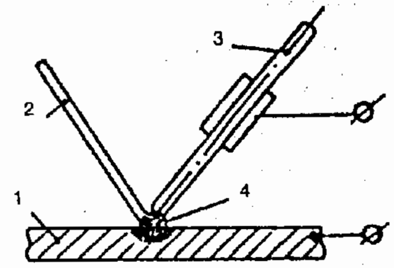
Thuốc bọc rutin thành phần chủ yếu là rutin (TiO_2), ngoài ra còn có bột tan, cao lanh, đá hoa, ferômangan...

Thuốc bọc Xelulô gồm chất Xelulô, nhựa hữu cơ, ferô hợp kim, bột tan... Thuốc bọc bazơ không chứa ô xýt sắt và mangan, thành phần chủ yếu gồm đá hoa, huỳnh thạch, cát thạch anh, ferô silic, ferô mangan, ferô titan.

b) Điện cực không nóng chảy : Điện cực này (3) (Hình 3.6) không nóng chảy trong quá trình hàn. Nó chỉ làm nhiệm vụ gây và duy trì sự cháy của ngọn lửa hồ quang (4) giữa điện cực (3) và vật hàn (1).

Kim loại của vật hàn nóng chảy sẽ tạo thành mối hàn, hoặc nhờ một que hàn bổ sung (2).

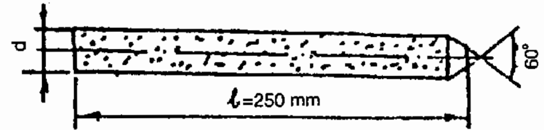
Loại điện cực không nóng chảy thường được chế tạo từ Wolfram có đường kính 1 ÷ 5 mm. Nếu bằng graphit thì phải có đường kính lớn hơn 4 ÷ 12 mm ; Chiều dài điện cực không nóng chảy $l \geqslant 250$ mm



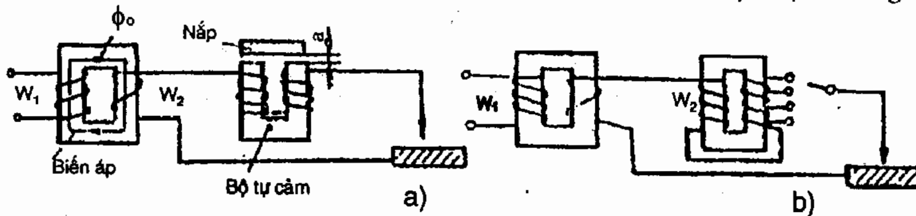
Hình 3.6 Hàn bằng điện cực không nóng chảy.

3.2.4 Máy hàn hồ quang tay

Có rất nhiều loại máy hàn, ở đây chỉ giới thiệu sơ đồ nguyên lí máy hàn xoay chiều một pha có bộ tự cảm riêng (Hình 3.8)



Hình 3.7 Điện cực không nóng chảy



Hình 3.8 Sơ đồ nguyên lí máy hàn xoay chiều một pha có bộ tự cảm riêng.

Máy hàn này thực chất là một biến áp để hạ điện áp của lưới điện (110 V, 220 V, 380 V) xuống 60 - 75 V và một bộ tự cảm. Khi nối cuộn dây sơ cấp W_1 với lưới điện có điện áp U_1, trong cuộn dây có dòng điện I_1 chạy qua, từ thông ϕ_o sinh ra trong lõi biến áp và gây ra trong cuộn thứ cấp W_2 một sức điện động cảm ứng U_2. Ký hiệu điện áp rơi trên hồ quang (điện áp hàn) là U_h và điện áp rơi trên cuộn cảm là U_c thì ta có :

$$U_2 = U_h + U_c \text{ hay } U_h = U_2 - U_c$$

Như vậy, khi cường độ dòng điện tăng tức là điện áp rơi trên cuộn U_c tăng, thì điện áp hàn U_h giảm và ngược lại. Điều này chứng tỏ đường đặc tính ngoài của máy là một đường cong dốc liên tục.

Muốn điều chỉnh cường độ dòng điện hàn ta có thể tiến hành bằng hai cách :

- Hoặc thay đổi từ trở của mạch từ của cuộn cảm R_t bằng cách thay đổi khe hở không khí a (Hình 3.8a). Vì a tỉ lệ thuận với R_t nên muốn tăng I_h ta chỉ việc tăng khe hở a và ngược lại.

- Thay đổi số vòng dây của cuộn cảm (Hình 3.8b) bằng cách thay đổi tiếp điểm nối trên cuộn dây. Cách này chỉ cho phép thay đổi dòng điện từng cấp một chứ không thay đổi vô cấp được như cách trên.

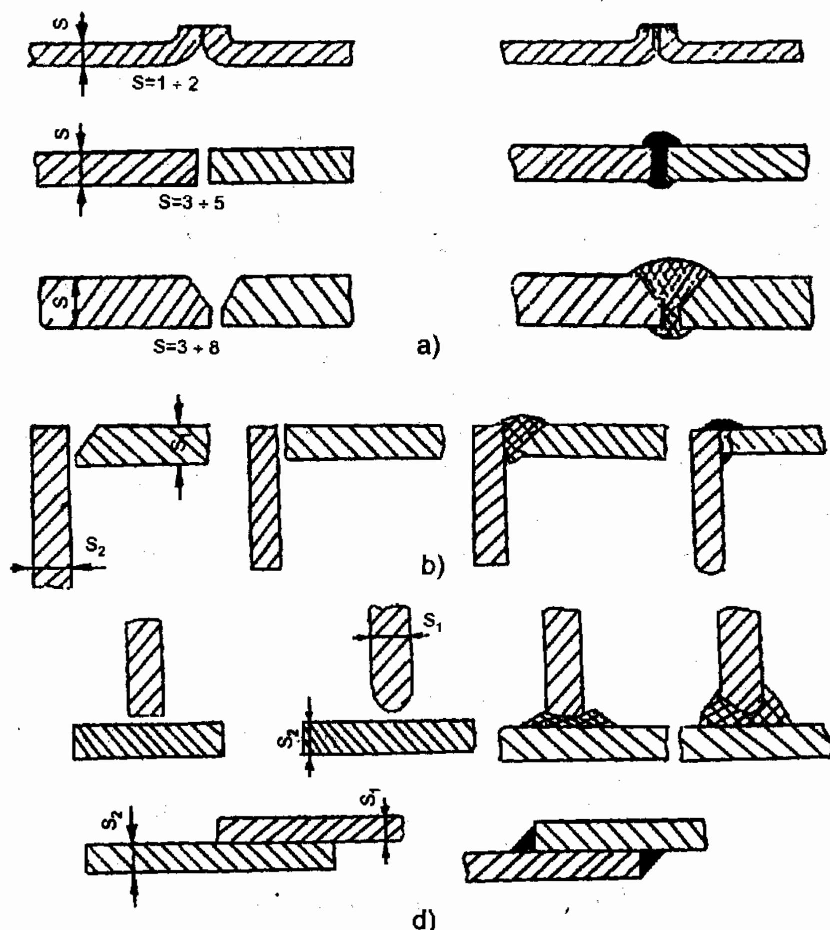
3.2.5 Công nghệ hàn hồ quang bằng tay

Hàn hồ quang bằng tay tuy năng suất thấp, chất lượng không đồng đều, đòi hỏi trình độ tay nghề cao, nhưng rất linh động, phù hợp với sản xuất nhỏ, với các kết cấu phức tạp.

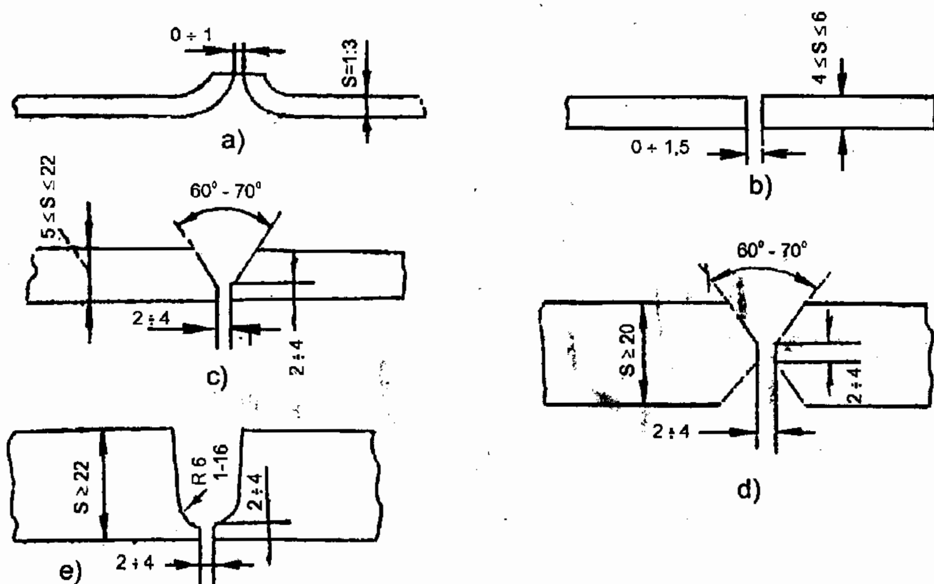
a) Chuẩn bị mối hàn

Hình 3.9 giới thiệu các loại mối nối. Tùy thuộc vào độ dày của vật hàn trước khi hàn, phải chuẩn bị mép hàn hợp lí.

- Mối hàn muốn được bền chắc phải được chuẩn bị mép hàn cẩn thận. Công tác chuẩn bị bao gồm : Làm sạch và vát mép. Làm sạch có thể bằng các biện pháp cơ học như cạo gỉ, dùng bàn chải sắt để cọ hoặc dùng hóa chất để tẩy gỉ, dầu, mỡ... Vát mép nhằm mục đích làm tăng diện tích tiếp xúc và như vậy sẽ làm tăng liên kết hàn. Tùy theo chiều dầy vật hàn, có thể có những cách vát mép khác nhau (Hình 3.10)



Hình 3.9 Các loại mối nối
a) Giáp mối ; b) Góc ; c) Chữ T ; d) Hàn chồng.



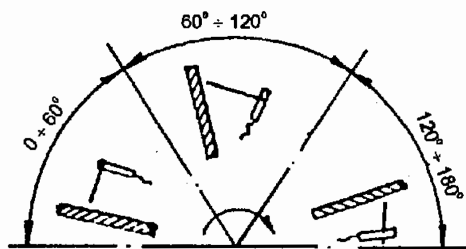
Hình 3.10 Các dạng vát mép vật hàn
a) Uốn mép ; b) Không vát mép ; c) Vát mép chữ V ;
d) Vát mép chữ X ; e) Vát mép chữ U.

- Các mối nối phân bố trong một kết cấu hàn không gian được chia ra làm ba loại : Sấp, đứng, trần. Xác định đúng vị trí trong không gian sẽ xác định một chế độ hàn, một biện pháp kĩ thuật đúng đắn

Hình 3.11 giới thiệu ba vị trí đó trong không gian.

Trong nửa đường tròn từ 0 - 60°, các mối hàn phân bố trong đó thuộc vị trí hàn sấp.

Những vị trí nằm trong khoảng 60 - 120° gọi là vị trí đứng hay ngang. Các mối hàn nằm trong khoảng 120 - 180° gọi là vị trí hàn trần.



Hình 3.11 Các vị trí hàn trong không gian

Xét mức độ, hàn sấp là vị trí thuận tiện nhất, hàn trần là vị trí khó khăn nhất. Mọi chi tiết hàn nếu không bị hạn chế do đã liên kết với kết cấu khác ở vị trí cố định, nên đưa về vị trí hàn sấp để tiến hành hàn.

- Bước cuối cùng của công tác chuẩn bị là kê, gá đảm bảo kích thước, tránh cong, vênh, đảm bảo đồng tâm, đồng trục...

b) Chế độ hàn hồ quang tay

Việc xác định chế độ hàn hồ quang tay bao gồm việc xác định một số thông số quan trọng như : Đường kính que hàn, cường độ dòng điện hàn, điện thế hồ quang, tốc độ dịch chuyển que hàn dọc theo mép hàn...

+ Khi hàn giáp mối, để đảm bảo chiều rộng và chiều cao, phụ thuộc vào chiều dầy vật hàn, người ta tính **đường kính que hàn** theo công thức :

$$d = s/2 + 1 \quad (mm)$$

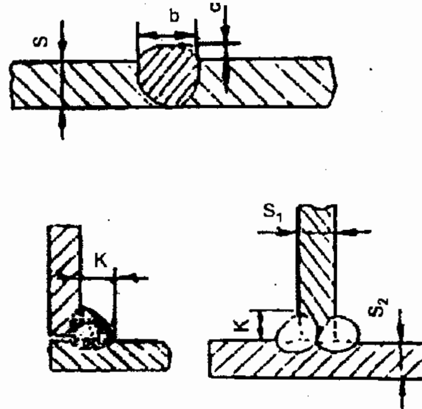
Còn đối với dạng mối hàn góc hay chữ T (Hình 3.12) có thể tính theo :

$$d = K/2 + 2 \quad (mm)$$

Trong đó :

s - Chiều dầy vật hàn giáp mối (mm)

K - Cạnh mối hàn góc hay chữ T (mm) (Hình 3.12)



Hình 3.12 Thông số mối hàn

Ngoài ra cũng có thể chọn đường kính que hàn theo bảng 3.1 và 3.2

Bảng 3.1 Đường kính que hàn khi hàn giáp mối

Chiều dầy vật hàn s (mm)	1.5	2	3	4 ÷ 5	6 ÷ 8	9 ÷ 12	13 ÷ 15	16 ÷ 20	> 20
Đường kính que hàn d (mm)	1.6	2	3	3 ÷ 4	4	4 ÷ 5	5	5 ÷ 6	6 ÷ 10

Bảng 3.2 Đường kính que hàn khi hàn mối hàn góc

Cạnh mối hàn K (mm)	2	3	4	5	6 ÷ 8
Đường kính que hàn d (mm)	1.6 ÷ 2	2.5 ÷ 3	3 ÷ 4	4	4 ÷ 5

+ **Cường độ dòng điện hàn** hồ quang tay phụ thuộc vào đường kính que hàn và loại kim loại vật hàn, ngoài ra còn phụ thuộc vào vị trí mối hàn trong không gian. Có thể xác định cường độ dòng điện hàn theo công thức thực nghiệm :

$$I_h = (20 + 6d)d \qquad (A)$$

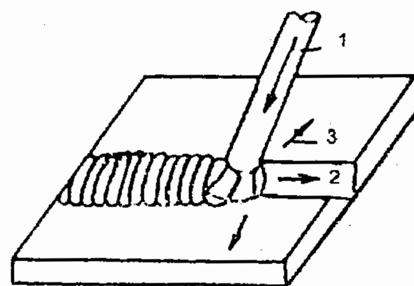
Khi hàn vật có chiều dầy nhỏ hơn 1.5d, phải giảm cường độ khoảng 10 - 15% so với giá trị tính toán trên. Khi chiều dầy lớn hơn 3d, phải tăng khoảng 10 - 15% ; Khi hàn mối hàn đứng, giảm I_h đi 10 - 15%, hàn trần giảm đi 15 - 20% để giảm bớt thể tích vũng hàn.

Cường độ dòng điện hàn cũng có thể chọn theo bảng mà người sản xuất que hàn in trên bao gói que hàn.

+ Các chuyển động của que hàn

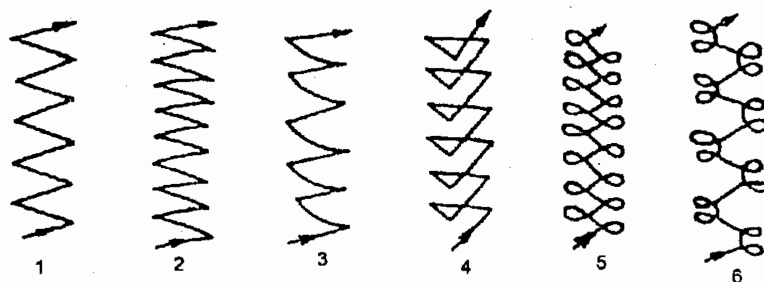
Trong quá trình hàn, que hàn thường có ba chuyển động : Chuyển động theo hướng trục que hàn, chuyển động dọc theo mối hàn và chuyển động dao động ngang giữa hai mép hàn (Hình 3.13).

Chuyển động theo hướng trục que hàn (1) : Nhằm giữ khoảng cách giữa que hàn và bề mặt vật hàn không đổi, duy trì hồ quang cháy ổn định. Chuyển động dọc theo mối hàn (2) : Để hàn hết chiều dài mối hàn. Chuyển động này ảnh hưởng khá lớn đến chất lượng của mối hàn, vì nếu tốc độ chuyển động lớn quá mép hàn có thể chưa kịp chảy, dễ gây hiện tượng hàn không ngấu. Ngược lại, nếu nhỏ quá, lượng kim loại chảy quá nhiều, làm giảm năng suất hàn, lãng phí kim loại, ảnh hưởng đến hình dạng, kích thước của mối hàn. Chuyển động dao động ngang (3) để đảm bảo chiều rộng của mối hàn.



Hình 3.13 Sơ đồ các chuyển động của que hàn khi hàn.

Phối hợp các chuyển động trên ta có các kiểu chuyển động cơ bản của que hàn như trên hình 3.14.



Hình 3.14 Sơ đồ quỹ đạo chuyển động của que hàn.

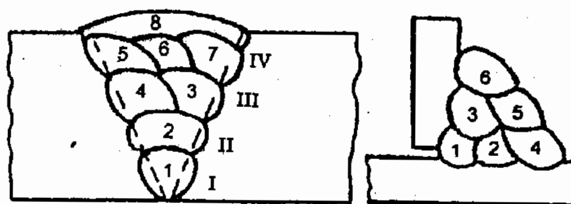
Kiểu hàn 1, 2 và 3 dùng phổ biến nhất, kiểu 4 dùng khi cần nung nóng nhiều phần giữa mối hàn. Kiểu 5 và 6 dùng khi cần nung nóng nhiều phần mép hàn.

+ Thứ tự thực hiện khi hàn

Với các mối hàn có chiều dài ngắn (l < 500 mm), có thể hàn liên tục từ đầu đến cuối. Những mối hàn có chiều dài trung bình (l = 500 ÷ 1000 mm), nên hàn từ giữa ra hai đầu. Những mối hàn có chiều dài lớn (l > 1000 mm), nên dùng phương pháp

phân đoạn để hàn, tức là ta chia chiều dài mối hàn ra thành từng đoạn ngắn (150 ÷ 250 mm) để hàn nhằm tránh ứng suất tập trung do đó giảm được biến dạng sau khi hàn.

Khi hàn các mối hàn giáp mối nhiều lớp, thứ tự thực hiện các lớp hàn nên tiến hành như hình 3.15a, còn khi hàn các mối hàn góc nên tiến hành thứ tự các lớp hàn như hình 3.15b



Hình 3.15 Thứ tự thực hiện các lớp hàn khi hàn mối hàn nhiều lớp.

3.3 HÀN HỒ QUANG TỰ ĐỘNG

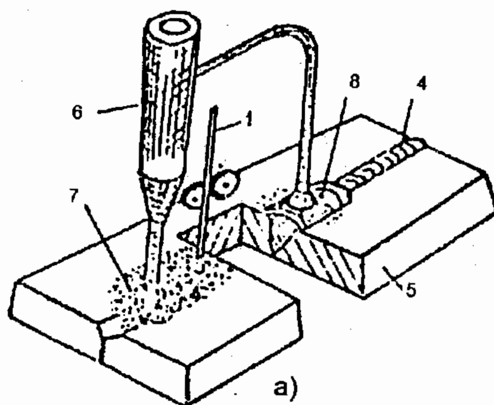
Hàn hồ quang tay có năng suất thấp, chất lượng không đồng đều, hao phí kim loại đầu mẩu que hàn cao, hiệu suất nhiệt kém.

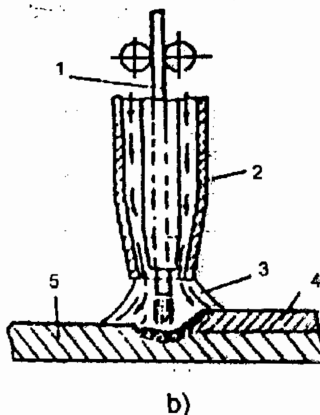
Quá trình hàn hồ quang tự động sẽ nâng cao cả chất lượng lẫn năng suất nên ngày càng được ứng dụng nhiều.

Hàn tự động là quá trình hàn mà trong đó một phần hoặc toàn bộ các thao tác như gây hồ quang, dịch chuyển dọc trục dây hàn và chuyển động dọc theo mối hàn được tự động hóa.

Có hai phương pháp hàn hồ quang tự động (Hình 3.16).

+Hàn dưới lớp thuốc (Hình 3.16a)





Hình 3.16 Sơ đồ nguyên lí hàn tự động

a) Hàn tự động dưới lớp thuốc ;b) Hàn trong khí bảo vệ

1. Điện cực (Dây hàn) ; 2. Mỏ phun ; 3. Khí bảo vệ ; 4. Mối hàn ; 5. Vật hàn ; 6. Thùng thuốc hàn ; 7. Thuốc hàn ; 8. Xỉ.

Điện cực là dây kim loại (1) dịch chuyển vào vùng hàn gây hồ quang trong sự bao bọc kín của thuốc hàn (7) ; Dây hàn, kim loại vật hàn (5) cùng một lượng thuốc hàn sẽ nóng chẩy tại vùng hàn. Như vậy vùng hàn được một lớp thuốc bảo vệ, khi

nóng chẩy sẽ tạo thành lớp xỉ lỏng trên bề mặt vùng hàn, khi đông đặc sẽ tạo ra một lớp xỉ (8) bọc ngoài kim loại mối hàn. Toàn bộ đầu hàn bao gồm thùng chứa thuốc (6), hệ thống dẫn dây và tự động cấp dây hàn đảm bảo khoảng cách tới bề mặt vật hàn không đổi, chuyển động dọc mối hàn với vận tốc v_h đã được tính toán.

Hàn dưới lớp thuốc bọc có hiệu suất nhiệt cao, không cần kính bảo vệ mắt, chất lượng đồng đều, năng suất cao và có thể hàn được các vật có chiều dầy lớn. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi để hàn đắp và hàn phục hồi các chi tiết. Song nhược điểm của phương pháp này là chỉ tiến hành được ở vị trí hàn sấp.

+Hàn trong khí bảo vệ (Hình 3.16b)

Khí bảo vệ thường dùng là khí trơ (argôn, hêli) hoặc khí hoạt tính (CO_2). Ngọn lửa hồ quang sinh ra từ điện cực nóng chẩy hoặc không nóng chẩy đặt trong đầu phun khí bảo vệ. Khí bảo vệ có khả năng vây kín vùng hàn không cho chúng tiếp xúc với môi trường xung quanh. Mặt khác, nếu là khí hoạt tính, chúng còn có khả năng phản ứng để loại trừ tạp chất trong vùng hàn ở thể lỏng.

Hàn trong khí bảo vệ có khả năng tạo ra mối hàn đẹp, chất lượng cao và hàn được ở nhiều vị trí khác nhau, hàn được những kết cấu thép cácbon, thép hợp kim và hợp kim màu.

Ngoài phương pháp hàn tự động, người ta còn dùng loại hàn bán tự động. Thiết bị hàn bán tự động không có chuyển động tạo ra vận tốc hàn v_h. Chuyển động đó do tay người điều khiển. Bằng cách đó có thể sử dụng linh hoạt để hàn những kết cấu phức tạp mà đầu hàn tự động không tự di chuyển được.

3.4 HÀN ĐIỆN TIẾP XÚC

3.4.1 Khái niệm

Thực chất của phương pháp này là cho dòng điện có cường độ lớn chạy qua chi tiết hàn. Ở chỗ tiếp xúc của các chi tiết hàn có điện trở lớn, nhiệt năng tỏa ra lớn theo định luật Jun - Lenxơ, nung nóng kim loại lên tới trạng thái hàn. Sau đó người ta dùng áp lực ép chúng lại với nhau tạo thành liên kết hàn.

Hàn tiếp xúc có các dạng chủ yếu : Hàn giáp mối, hàn điểm và hàn đường.

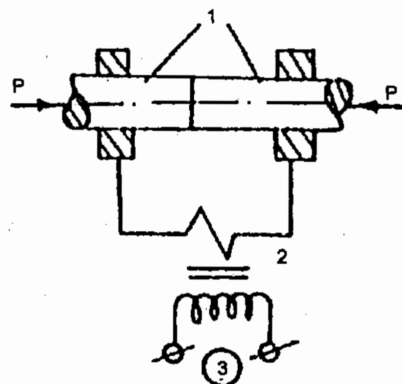
3.4.2 Hàn giáp mối

Hàn giáp mối là phương pháp hàn được tiến hành trên toàn bộ bề mặt tiếp xúc của vật hàn bằng dòng điện có cường độ lớn (Hình 3.17). Tùy theo trạng thái kim loại chỗ nối mà ta có phương pháp hàn giáp mối điện trở và nóng chẩy.

Hàn giáp mối điện trở là hàn giáp mối trong đó các bề mặt tiếp xúc của vật hàn được tiếp xúc hoàn toàn dưới một lực ép P và được nung nóng bởi dòng điện đến nhiệt độ dưới nhiệt độ nóng chẩy và khi đó quá trình hàn được tiến hành ở trạng thái dẻo.

Trong quá trình hàn, vật hàn được ép và nung nóng liên tục trong suốt quá trình hàn.

Hàn giáp mối nóng chảy là dạng hàn các mặt đầu vật hàn được nung nóng tới trạng thái chảy bằng cách đưa chúng tiếp xúc không liên tục với nhau và không dùng lực ép. Sau khi bề mặt chi tiết đã được đốt nóng chảy, dùng lực ép, ép nhanh chi tiết hàn lại với nhau để tạo thành mối nối.



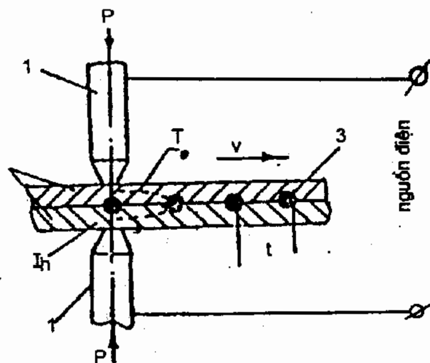
Hình 3.17 Sơ đồ hàn giáp mối
1. Chi tiết hàn ; 2. Biến thế hàn ; 3. Nguồn điện.

3.4.3 Hàn điểm

Hàn điểm là phương pháp hàn tiếp xúc trong đó các chi tiết hàn không phải được hàn trên toàn bộ bề mặt tiếp xúc của chúng mà chỉ ở từng điểm riêng biệt (Hình 3.18)

Hàn điểm thường dùng để hàn các liên kết từ vật liệu tấm, mối hàn đảm bảo độ bền cơ học nhưng không kín. Hàn điểm có thể tiến hành đồng thời hai hoặc nhiều tấm. Điện cực được bố trí một hoặc hai phía của vật hàn, có thể hàn một, hai hoặc nhiều điểm đồng thời. Hiện nay người ta có thể tiến hành hàn hàng trăm điểm cùng một lúc.

Hàn điểm hiện nay được sử dụng nhiều trong công nghiệp, đặc biệt trong lĩnh vực chế tạo ô tô, thiết bị điện...

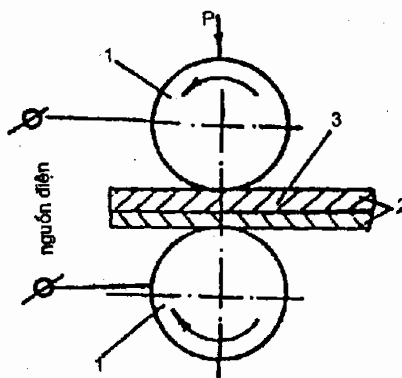


Hình 3.18 Sơ đồ hàn điểm
1. Điện cực hàn ; 2. Vật hàn ; 3. Điểm hàn ;
v – Tốc độ hàn ; t – Bước hàn.

3.4.4 Hàn đường

Hàn đường là phương pháp hàn tiếp xúc trong đó mối hàn được tiến hành trên một đường liên tục. Nói cách khác, hàn đường là trường hợp đặc biệt của hàn điểm khi bước hàn t = 0 và điện cực là các đĩa quay (Hình 3.19)

Mối hàn đường không những đảm bảo độ bền cơ học mà còn đảm bảo độ kín. So với hàn điểm, hàn đường tiêu hao điện năng lớn hơn.



Hình 3.19 Sơ đồ hàn đường
1. Điện cực hàn ; 2. Vật hàn ; 3. Mối hàn.

3.5 HÀN VẨY

Hàn vẩy là phương pháp nối các chi tiết kim loại và hợp kim ở trạng thái rắn nhờ một vật liệu trung gian có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của vật liệu cần hàn gọi là vẩy hàn.

Sự hình thành mối hàn chủ yếu là quá trình hòa tan và khuyếch tán của vẩy hàn vào vật liệu cơ bản.

Hàn vẩy được sử dụng nhiều trong kĩ thuật điện, công nghiệp sản xuất hàng tiêu dùng, chế tạo dụng cụ cắt gọt...

Căn cứ vào nhiệt độ nóng chẩy của vẩy hàn ta có vẩy hàn mềm và vẩy hàn cứng.

- Vẩy hàn mềm là vẩy hàn có nhiệt độ nóng chẩy < 450°C. Loại vẩy này dùng hàn mối hàn không chịu lực hoặc chịu lực nhỏ và làm việc ở nhiệt độ thấp. Ví dụ : Vẩy hàn Sn - Pb, Sn - Zn.

- Vẩy hàn cứng có nhiệt độ nóng chẩy > 500°C, thường từ 720 ÷ 900°C. Vẩy hàn này có độ cứng, độ bền cao, thường được dùng để hàn các chi tiết chịu lực. Ví dụ : Vẩy sắt, đồng thau...

Khi hàn vẩy, người ta dùng thuốc hàn để làm sạch mối hàn và thúc đẩy quá trình hòa tan và khuyếch tán vẩy hàn vào vật liệu cơ bản để tạo thành mối hàn.

Khi hàn vẩy mềm, người ta thường dùng thuốc hàn ở dạng lỏng, chủ yếu là dung dịch muối Clorua kẽm, Clorua amôn...

Đối với vẩy hàn cứng, người ta thường dùng Borắc ($Na_2B_4O_7$), axít Boric (H_2BO_3)...

Khi chọn vẩy hàn, cần nghiên cứu cụ thể điều kiện kĩ thuật, điều kiện làm việc và vật liệu của vật hàn.

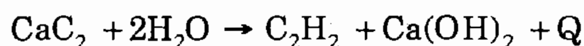
Chế độ hàn vẩy chủ yếu là chọn nhiệt độ hàn, thời gian nung nóng và tốc độ nung nóng.

3.6. HÀN KHÍ

3.6.1 Khái niệm

Hàn khí là quá trình hàn lợi dụng nhiệt lượng sinh ra từ các phản ứng tỏa nhiệt của các khí cháy trong ôxy để làm nóng chẩy chỗ hàn.

Khí cháy là một số khí hyđrô cácbua như : Êtan, propan,... song thông dụng nhất là khí Axêtylen (C_2H_2). Đó là loại khí không màu, nhẹ hơn không khí, khi pha trộn với không khí với một tỉ lệ nhất định sẽ tạo thành **hỗn hợp dễ gây nổ**. Axêtylen được điều chế bằng cách cho nước phản ứng với đất đèn (CaC_2) theo phản ứng sau :



$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2 + Q$$

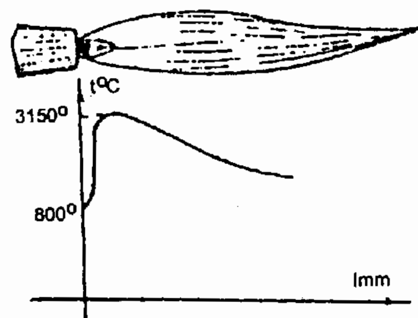
Axêtylen có thể được điều chế tại nhà máy có công suất lớn và chứa trong bình chứa dung tích 40 lít với áp suất nhỏ. Song thông thường người ta thường điều chế trong bình điều chế Axêtylen tại nơi hàn bằng cách cho nước nhỏ vào đất đèn, khí thoát ra được sử dụng để hàn.

Ôxy kĩ thuật là loại khí cùng với khí cháy tạo ra nhiệt độ cao. Nó được điều chế bằng phương pháp công nghiệp bằng cách hóa lỏng không khí và cho bốc hơi, các thành phần của không khí có các nhiệt độ hóa hơi khác nhau, do vậy ta có thể thu được từng nguyên tố riêng biệt. Nhiệt độ hóa hơi của Ôxy khoảng - 183°C. Ôxy thể khí được chứa trong bình thép dung tích 40 lít, ở áp suất 150 at. Do vậy mỗi thiết

bị hàn phải được trang bị van an toàn và van giảm áp để hạ áp suất của ôxy xuống áp suất thường để sử dụng.

Một tỉ lệ thích ứng $V_{o2}/V_{C_2H_2} = 1.1 \div 1.3$ khi cháy ở đầu mỏ hàn cho ta ngọn lửa như hình 3.20 gọi là ngọn lửa trung hòa. Nếu tỉ lệ trên lớn hơn 1.2 thì ta có ngọn lửa ôxy hóa, tỉ lệ trên nhỏ hơn 1.1. ta có ngọn lửa cácbon hóa (thừa cácbon).

Hàn khí là dạng hàn nóng chẩy, chỉ dùng để hàn các vật hàn có chiều dầy dưới 6mm, hàn đắp hoặc sửa chữa các khuyết tật trên kim loại. Ngọn lửa hàn còn được lợi dụng để nung nóng.

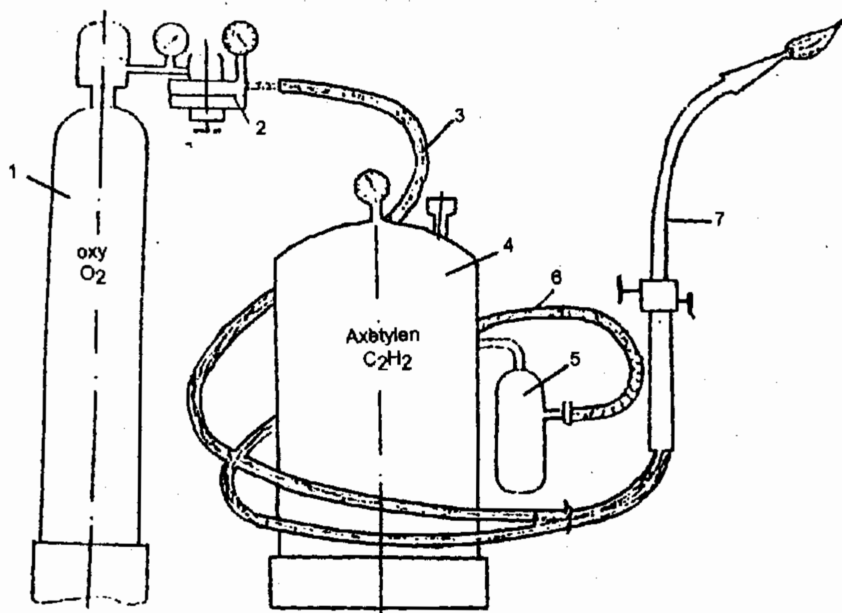


Hình 3.20 Ngọn lửa hàn và đường biểu diễn nhiệt độ

3.6.2 thiết bị hàn khí

a) Sơ đồ trạm hàn khí (Hình 3.21)

Một trạm hàn khí bao gồm bình chứa ôxy (1), khí ôxy qua van giảm áp (2) để giảm áp suất xuống khoảng 2 at và qua ống dẫn cao su (3) ra mỏ hàn. Khí axêtylen



Hình 3.21 Sơ đồ trạm hàn khí Ôxy – Axêtylen

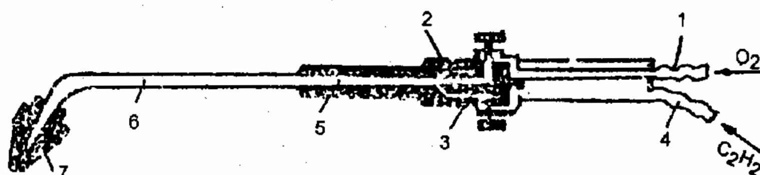
1. Bình chứa ôxy ; 2. Van giảm áp ; 3. Ống dẫn ôxy.
4. Bình điều chế C_2H_2 ; 5. Khóa bảo hiểm ; 6. Ống dẫn C_2H_2 ; 7. Mỏ hàn.

được điều chế trực tiếp trong thùng điều chế (4) bằng cách cho nước nhỏ xuống đất đèn, qua khóa bảo hiểm (5) đi vào ống dẫn (6) và cùng vào mỏ hàn (7) để tạo thành hỗn hợp với ôxy.

Khi áp lực của khí axêtylen thấp, nếu không có thiết bị an toàn, có thể xẩy ra hiện tượng **cháy quặt :** Ngọn lửa cháy ngược trong ống vào bình điều chế axêtylen và gây nổ. Để tránh hiện tượng cháy quặt và đảm bảo an toàn, người ta phải đảm bảo một số biện pháp an toàn như : Đường ống dẫn cao su phải đủ dài, phải có van an toàn ở bình điều chế Axêtylen và dùng mỏ hàn kiểu hút.

b) Mỏ hàn khí

Mỏ hàn là dụng cụ quan trọng nhất trong trang bị của một trạm hàn khí. Nhiệm



Hình 3.22 Mỏ hàn hút

vụ cơ bản của nó là : Nhận khí Ôxy và Axêtylen từ bình chứa và thùng điều chế, đến buồng hỗn hợp đưa ra đầu mỏ hàn tạo thành ngọn lửa cấp nhiệt năng cho quá trình hàn. Yêu cầu mỏ hàn phải an toàn trong sử dụng, ổn định sự cháy của ngọn lửa, nhẹ nhàng, dễ điều chỉnh thành phần và công suất của quá trình hàn.

Hình 3.22 giới thiệu mỏ hàn hút - là loại được sử dụng rộng rãi nhất.

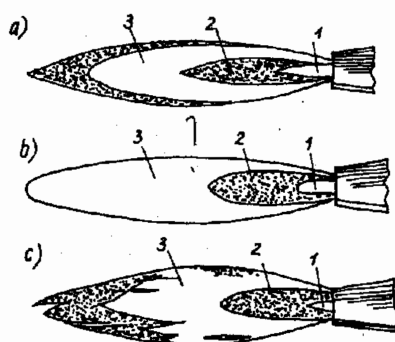
Cấu tạo mỏ hàn hút : Khí ôxy có áp suất 3-4 at theo ống dẫn (1) vào miệng phun (2). Vì miệng phun có đường kính rất bé nên dòng ôxy đi qua có tốc độ rất lớn tạo thành vùng áp suất thấp (3) xung quanh miệng phun. Nhờ vậy khí C_2H_2 được hút vào buồng hỗn hợp (5) qua ống dẫn (4), trộn với ôxy tạo thành hỗn hợp khí cháy. Hỗn hợp khí này theo ống dẫn (6) đi ra đầu mỏ hàn (7) cháy tạo thành ngọn lửa hàn.

Do có cấu tạo như vậy, khi tiến hành hàn phải mở khóa ôxy trước, khóa axêtylen sau. Khi kết thúc hàn, đóng khóa C_2H_2 trước, khóa ôxy sau. Thông thường người ta quan sát màu ngọn lửa để điều chỉnh tỉ lệ ôxy và axêtylen để nhận được ngọn lửa hàn bình thường.

3.6.3. Công nghệ hàn khí

a) Điều chỉnh ngọn lửa hàn

Cấu tạo của ngọn lửa hàn gồm ba vùng riêng biệt (Hình 3.23). Kích thước, hình dạng, màu sắc của mỗi vùng phụ thuộc vào tỉ lệ thể tích giữa ôxy và axêtylen (Hệ số β = thể tích O_2/thể tích C_2H_2)



Hình 3.23 Các loại ngọn lửa hàn

a) Ngọn lửa bình thường ; b) Ngọn lửa ôxy hóa

c) Ngọn lửa Các bon hóa.

1. Nhân ngọn lửa ; 2. Vùng hoàn nguyên ;

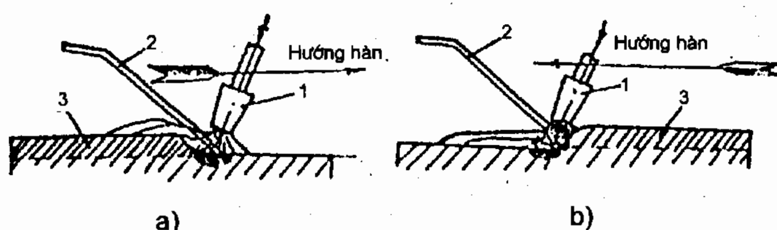
3. Vùng cháy hoàn toàn.

- Nếu $\beta = 1.1 \div 1.3$ ta thu được ngọn lửa bình thường (H.3.23a). **Nhân ngọn lửa** (Vùng 1) màu sáng trắng có nhiệt độ khoảng 1000°C. **Vùng hoàn nguyên** (2) có màu sáng xanh, có nhiệt độ cao nhất (3200°C) dùng để hàn rất tốt, nên còn gọi là vùng công tác. **Vùng cháy hoàn toàn** (3) có màu nâu sẫm, nhiệt độ vùng này thấp do mất mát một phần vào việc làm bốc hơi nước. Vùng này không dùng để hàn.

- Nếu $\beta > 1.3$ thì ta nhận được ngọn lửa ôxy hóa, có nhiệt độ cao hơn so với ngọn lửa bình thường nhưng không dùng để hàn thép vì mối hàn dòn và dễ bị rỗ khí. Ngọn lửa ôxy hóa chủ yếu dùng để hàn đồng thau, nung nóng và cắt hớt bề mặt kim loại.

- Nếu $\beta < 1.1$ ta thu được ngọn lửa cácbon hóa (thừa cácbon). Ngọn lửa cácbon hóa có nhiệt độ thấp hơn ngọn lửa bình thường, ít được dùng để hàn thép mà chủ yếu dùng để hàn gang, hàn đắp thép cao tốc, hàn hợp kim cứng.

b) Phương pháp hàn



Hình 3.24 Các phương pháp hàn khí
a) Hàn phải ; b) Hàn trái
1. Mỏ hàn ; 2. Que hàn ; 3. Mối hàn.

Theo chiều dịch chuyển của mỏ hàn ta có hàn phải và hàn trái (Hình 3.24)

- Hàn phải : Mỏ hàn dịch chuyển từ trái qua phải, que hàn phụ nằm phía sau mỏ hàn.

- Hàn trái : Mỏ hàn dịch chuyển từ phải qua trái, que hàn phụ đi trước mỏ hàn.

Trong sản xuất, hàn phải dùng để hàn tấm dầy hơn, vật liệu khó nóng chẩy hơn. Ngược lại hàn trái dùng để hàn tấm mỏng hơn.

c) Chuẩn bị chi tiết hàn

Trước khi hàn, tùy theo chiều dầy của chi tiết và yêu cầu kĩ thuật tiến hành vát mép (tương tự như phương pháp hàn hồ quang tay).

Làm sạch mép các chi tiết hàn về cả hai phía bằng ngọn lửa hàn trước, sau đó dùng bàn chải sắt, axít hoặc phương pháp phun cát để làm sạch tiếp. Sau đó tiến hành gá lắp, hàn đính để giữ vị trí tương đối giữa các chi tiết trong quá trình hàn.

d) Chế độ hàn khí

Các thông số cơ bản của chế độ hàn khí là : Tốc độ hàn, góc nghiêng của mỏ hàn, công suất ngọn lửa và đường kính que hàn.

- Góc nghiêng của mỏ hàn so với bề mặt chi tiết hàn phụ thuộc chủ yếu vào chiều dầy và tính chất lí nhiệt của kim loại hàn (Hình 3.25). Góc nghiêng của mỏ hàn có thể thay đổi trong quá trình hàn. Lúc đầu, để nung nóng kim loại được tốt

và hình thành mối hàn nhanh, góc nghiêng có trị số lớn (80 - 90°). Lúc gần kết thúc, để mối hàn được điền đầy và tránh sự chảy của kim loại, phải giảm góc nghiêng của mỏ hàn xuống.

- Công suất ngọn lửa tính cho sự tiêu hao khí ôxy hoặc khí cháy trong một đơn vị thời gian :

$$A = k.s \text{ (Lít/giờ)}$$

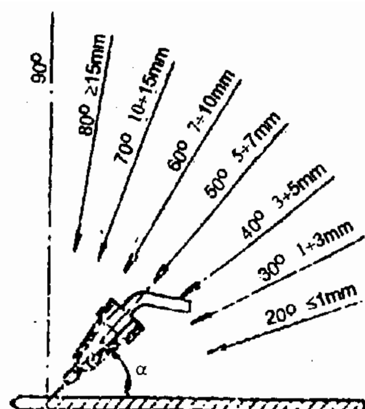
Trong đó :

s- Chiều dầy của vật hàn.

k - Hệ số phụ thuộc vào khả năng dẫn nhiệt của kim loại và phương pháp hàn.

Ví dụ : Đối với :

- Thép k = 100 - 150 ;
- Đồng k = 150 - 200 ;
- Nhôm k = 120 - 150.



Hình 3.25 Góc nghiêng của mỏ hàn khi hàn thép cácbon thấp và hợp kim thấp.

Giá trị công suất A dùng để chọn mỏ hàn có số thích hợp.

- Đường kính que hàn : Là vật liệu bổ sung kim loại cho mối hàn. Thông thường, vật liệu que giống với vật liệu vật hàn.

Để chọn giá trị đường kính que hàn thích hợp, ta sử dụng công thức thực nghiệm :

Khi hàn phải : d = s/2 (mm)

Khi hàn trái : d = s/2 + 1 (mm)

3.7. CẮT KIM LOẠI BẰNG KHÍ ÔXY

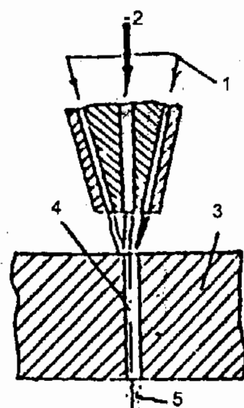
3.7.1. Khái niệm

Quá trình cắt bằng khí được tiến hành bằng việc dùng ngọn lửa hàn đốt cháy vùng cắt, sau đó dùng luồng khí ôxy làm ôxy hóa kim loại đó. Nhiệt lượng sinh ra trong quá trình này làm kim loại cháy nóng chẩy thành xỉ lỏng. Dưới áp lực của khí ôxy, xỉ lỏng bị thổi ra ngoài tạo thành rãnh cắt (Hình 3.26).

3.7.2 Điều kiện cắt bằng khí

Để cắt được, kim loại cần thỏa mãn một số điều kiện sau :

- Nhiệt độ cháy của kim loại cắt phải nhỏ hơn nhiệt độ chẩy của nó.
- Nhiệt độ nóng chẩy của ôxyt kim loại phải nhỏ hơn nhiệt độ chẩy của kim loại.
- Nhiệt sinh ra trong quá trình ôxy hóa phải đủ để duy trì sự cắt liên tục.
- Độ dẫn nhiệt của kim loại cắt không quá lớn.
- Tính chẩy loãng của xỉ phải cao.



Hình 3.26 Sơ đồ cắt bằng khí
1. Hỗn hợp Ôxy – Axêtylen ;
2. Khí O_2 ; 3. Vật cắt ;
4. Rãnh cắt ; 5. Xỉ .

Những điều kiện trên đây chỉ thỏa mãn với thép cácbon hoặc hợp kim thấp. Hợp kim đồng hoặc nhôm hầu như không thỏa mãn.

Để cải thiện tính cắt cho phù hợp các điều kiện trên, người ta dùng phương pháp cắt bằng thuốc cắt. Bằng biện pháp đó có thể cắt được thép hợp kim cao, có chiều dầy lớn.

Phương pháp cắt bằng khí là một phương pháp tách phôi rất tốt. Nó có thể tách mạch hở, mạch kín, mạch có đường cắt bất kỳ, có thể hớt đi một phần bề mặt kim loại và có thể cắt được vật rất dầy mà lực cắt cơ học trên các máy cắt không thực hiện được.

3.8. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG MỐI HÀN

3.8.1 Các khuyết tật của mối hàn

- Các khuyết tật về hình dáng mặt ngoài của mối hàn : Bao gồm các sai lệch về hình dạng mặt ngoài của mối hàn không thỏa mãn với các yêu cầu kĩ thuật và thiết kế như : Chiều cao hoặc chiều rộng mối hàn không đều, đường hàn vặn vẹo, bề mặt mối hàn nhấp nhô...

Nguyên nhân : Việc chọn, chuẩn bị mép hàn, gá lắp các chi tiết hàn chưa đúng, chế độ hàn không được duy trì ổn định, chất lượng vật liệu hàn hoặc trình độ công nhân quá thấp.

- Khuyết tật tế vi mặt ngoài và trong lòng mối hàn :

+ **Chảy loang :** Hiện tượng kim loại lỏng chảy loang lên bề mặt của kim loại cơ bản - nơi chưa được nung nóng đến trạng thái chẩy (Hình 3.27a).

Nguyên nhân : Góc nghiêng của que hàn không hợp lí, hoặc do dòng điện chọn quá cao.

+ **Lõm hàn :** Là những phần lõm sâu tạo thành rãnh chạy dọc ranh giới giữa kim loại cơ bản và kim loại đắp (Hình 3.27b).

Nguyên nhân : Chiều dài cột hồ quang hoặc cường độ dòng điện quá lớn, hoặc do góc nghiêng của que hàn chưa hợp lí.

+ **Không ngấu :** Là những chỗ gián đoạn trong liên kết giữa kim loại cơ bản và kim loại đắp (Hình 3.27 c,e).

Nguyên nhân : Công tác chuẩn bị chưa tốt, khe hở giữa các chi tiết quá nhỏ, cường độ dòng điện và điện áp hồ quang thấp nhưng lại hàn với tốc độ cao, điện cực hàn không chuyển động đúng theo trục mối hàn.

+ **Rỗ khí :** Sinh ra do hiện tượng bão hòa khí trong kim loại lỏng của mối hàn không kịp thoát ra ngoài khi kim loại đông đặc.

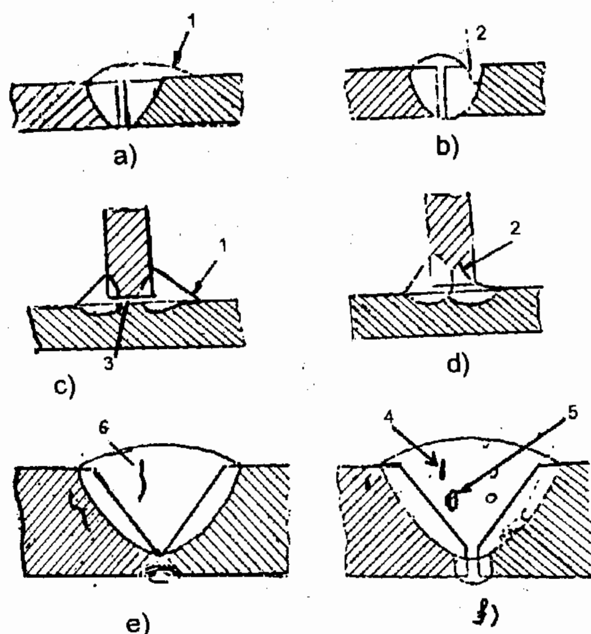
Nguyên nhân : Bề mặt chi tiết bẩn sơn, dầu, mỡ, gỉ, hơi nước, vật liệu hàn ẩm hoặc do tốc độ hàn và chiều dài cột hồ quang quá lớn.

+ **Lẫn xỉ** (Hình 3.27f)

Nguyên nhân : Mép hàn chưa được làm sạch, vật liệu hàn bị ẩm, tốc độ hàn quá lớn mà dòng điện hàn quá bé.

+**Nứt** : Có thể hình thành ở mối hàn hay ở vùng ảnh hưởng nhiệt. Người ta phân thành nứt nóng (xuất hiện ở nhiệt độ cao) và nứt nguội (xuất hiện khi kim loại đã nguội xuống dưới 300°C).

+**Quá nhiệt** : Do chế độ hàn không hợp lí (năng lượng nhiệt quá lớn mà vận tốc hàn lại quá bé) làm cho kim loại đắp và vùng ảnh hưởng nhiệt có hạt thô, cơ tính giảm.



Hình 3.27 Các khuyết tật tế vi mặt ngoài và mặt trong lòng mối hàn.
1. Chảy loang ; 2. Lõm hàn ; 3. Không ngấu ; 4. Rỗ khí ; 5. Lẫn xỉ ; 6. Nứt.

3.8.2. Kiểm tra chất lượng mối hàn bằng các phương pháp không phá hủy (NDT - Non - Destructive Test)

a) Quan sát mặt ngoài

Phương pháp này dùng để xác định các khuyết tật như chảy loang, lõm, rỗ co, nứt...

b) Kiểm tra độ kín mối hàn

- Kiểm tra bằng khí amôniắc : Làm sạch bề mặt mối hàn, sau đó thấm chất chỉ thị màu (fênôlftalein, nitrit thủy ngân). Dùng dòng khí chứa khoảng 1% amôniắc thổi lên bề mặt kia dưới áp suất nhất định. Sau 1-5 phút nếu thấy chất chỉ thị đổi màu chứng tỏ mối hàn có khuyết tật và không đảm bảo độ kín.

- Kiểm tra độ kín bằng áp lực : Ta bịt kín sau đó cho khí vào ở một áp suất nhất định. Bôi nước xà phòng ở phía ngoài và quan sát phát hiện chỗ rò rỉ.

c) Kiểm tra bằng tia X, γ, siêu âm, từ tính

Tiến hành tương tự như đã giới thiệu trong phần kiểm tra vật đúc (xem chương 1).

3.9 MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP HÀN, CẮT ĐẶT BIỆT

Hiện nay, các vật liệu mới xuất hiện ngày càng nhiều : Các loại vật liệu có độ cứng cao như các hợp kim cứng, vật liệu Xomay, composite... Do vậy cần thiết phải có một số công nghệ và thiết bị đặc biệt để có thể hàn, cắt các vật liệu mới có độ cứng và nhiệt độ nóng chẩy cao. Sau đây chúng ta làm quen với một số công nghệ hàn cắt đặt biệt.

3.9.1 Hàn các tấm mỏng

Máy superkempak (Phần Lan)

Hàn bằng phương pháp này có một số đặc điểm sau :

- Quá trình hàn được tiến hành trong khí bảo vệ (Ar)

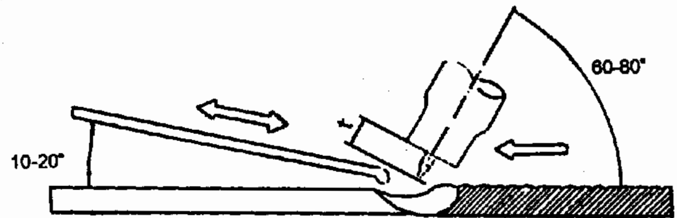
- Năng lượng được cấp do ngọn lửa hồ quang giữa mũi điện cực Wolfram và vật hàn. Có thể tiến hành hàn có hoặc không có que hàn phụ.

- Thích hợp cho hàn vật mỏng (≤ 2mm) ; Nhận được vết hàn rất sạch.

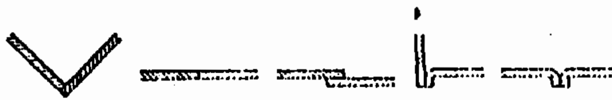
- Sử dụng khí argon làm khí bảo vệ.

- Đoạn mũi điện cực t = 3 ÷ 5 (mm) ; Để nhận được hồ quang ổn định, mũi phải được mài nhọn, chiều dài mài gấp 1 ÷ 2 lần đường kính điện cực (Hình 3.28)

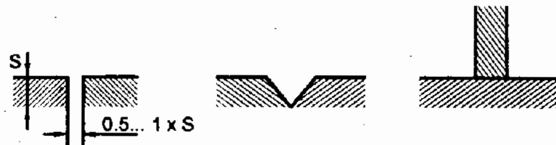
- Chiều dài cột hồ quang thích hợp là 2 ÷ 5 mm



Hình 3.28 Sơ đồ hàn tấm mỏng



Hình 3.29 Hàn vật dày ≤ 2mm ;
Không có que hàn bổ sung



Hình 3.30 Hàn có que hàn bổ sung

Bảng 3.3 Cho các thông số khi hàn tấm mỏng

Chiều dầy vật hàn s (mm)	0.5	1	1.5	2.0
Cường độ dòng điện (A)	10 ÷ 30	40 ÷ 60	60 ÷ 90	100 ÷ 130
Đường kính điện cực (mm)	1.0	1.6	1.6	1.6
Đường kính que hàn phụ (mm)	1.0	2.0	2.0	2.5

3.9.2. Cắt plasma

Máy LPC 100 (Phần Lan)

Phương pháp cắt này có một số đặc điểm sau :

- Có thể cắt được mọi vật liệu do có tập trung năng lượng cao, nhiệt độ hồ quang có thể đạt tới 20 000°C.

- Yêu cầu cả năng lượng điện và khí (khí bị iôn hóa tồn tại dưới dạng plasma).

- Nguyên lí hoạt động : Khí nén chuyển động trong vùng có điện áp và tần số cao bị iôn hóa (tồn tại dưới dạng plasma), plasma được dùng để cắt.

- Để cắt, có thể sử dụng 2 nấc : 50A/100V và 100A/140V.

- Bộ khí : Gồm bộ lọc khí, bộ nén khí.

- Có thể dùng bộ điều khiển từ xa để điều chỉnh máy.

Khả năng cắt : Chiều dầy cắt (mm) ở hai chế độ đối với một số thép và hợp kim được nêu trong bảng 3.4.

Bảng 3.4. Khả năng cắt một số kim loại và hợp kim của máy cắt Plasma

Cường độ dòng điện I	100A	50A
Thép cácbon (mm)	30	15
Thép hợp kim cao (mm)	25	13
Nhôm (mm)	2	13

- Có thể dùng với một số phụ kiện để cắt chính xác theo đường thẳng, đường tròn đường cong...

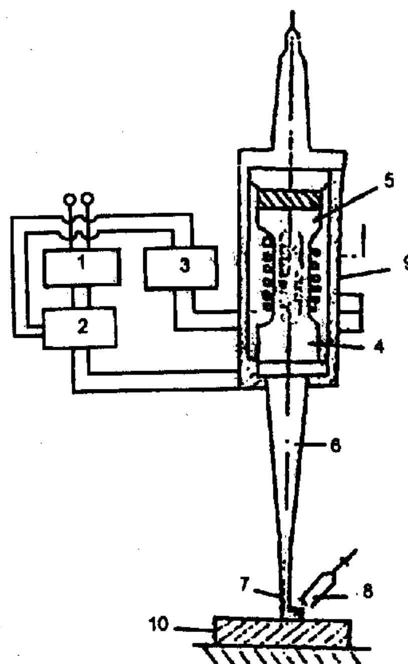
3.9.3 Cắt bằng dao động siêu âm

Thực chất của gia công cắt gọt bằng siêu âm là truyền dao động ở tần số siêu âm (16 Khz) vào dụng cụ cắt, dụng cụ này va đập vào các hạt mài, hạt mài lại va đập vào bề mặt gia công tạo nên quá trình cắt.

Nguyên lí gia công cắt bằng siêu âm như trên hình 3.31.

Máy phát siêu âm (1) thông qua bộ phận khuyếch đại (2), kích từ (3) truyền dòng một chiều (để từ hóa) và dòng xoay chiều ở tần số siêu âm (để kích từ) cho cuộn dây (8). Cuộn dây (8) được cuộn trong rãnh của chấn tử (5) làm bằng vật liệu từ giảo (vật liệu có khả năng thay đổi thể tích khi được đặt trong từ trường thay đổi) như Ni, Fe-Co...

Từ trường xoay chiều chạy trong chấn tử, nhờ hiện tượng từ giảo, tạo nên dao động co dãn đàn hồi của chấn tử. Đó là dao động cơ học ở tần số siêu âm. Dao động này truyền qua thanh truyền sóng (6), (7) (có thể đồng thời là dụng cụ cắt) vào vùng cắt. Người ta phun hạt mài vào vùng cắt ở dạng huyền phù nhờ vòi (9). Dụng cụ cắt (7) dao động đập vào hạt mài, hạt mài va đập vào vùng cắt làm mòn dần bề mặt gia công.



Hình 3.31 Nguyên lí gia công bằng siêu âm

Gia công bằng siêu âm có các đặc điểm sau :

- Cắt được vật liệu cứng, dòn mà các phương pháp khác không cắt được như hợp kim cứng, gốm, thủy tính...

- Không có nhiệt cắt như gia công bằng tia lửa điện nên thích hợp khi cắt các vật liệu bán dẫn.

- Độ chính xác đạt cao (từ 0,05 ÷ 0,08mm), độ bóng đạt từ 5 ÷ 8.

- Gia công siêu âm có năng suất thấp.

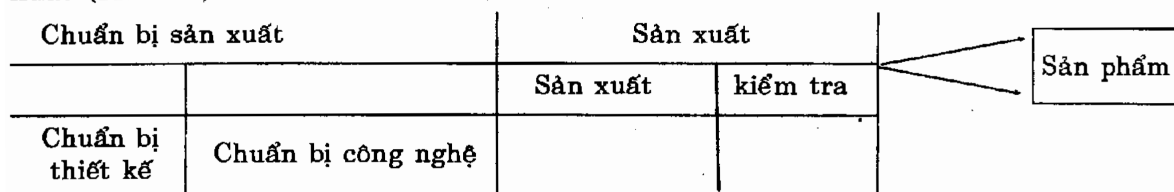
Ngoài một số phương pháp hàn, cắt đặc biệt kể trên, còn có nhiều phương pháp đặc biệt khác như : Hàn cắt bằng tia laze, hàn tế vi áp dụng cho hàn sợi quang...

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHƯƠNG 1 + 2 + 3

1. Giáo trình Cơ khí đại cương, ĐHBK, Hà Nội 1990.
2. Công nghệ kim loại, tập 1 +2 +3, Nhà xuất bản ĐH THCN, 1985.
3. Trần Hữu Tường, Nguyễn Như Tự, Nguyễn Thúc Hà, Hàn thép và gang, Nhà xuất bản KHKT, Hà Nội 1985.
4. J. Pluhar, J. Korita, Strojírenské Materiály, SNTL. Praha 1981.
5. Finland Water Supply Programme, Operation Instructions and Manuals of Machines, Hanoi 1990.

Phần II
CƠ SỞ LÍ THUYẾT VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CẮT GỌT KIM LOẠI

Quá trình hình thành một sản phẩm cơ khí bằng gia công cắt gọt phải tuân theo một trình tự nhất định. Từ bản thiết kế đến lúc xuất hiện sản phẩm là một quá trình phức tạp không tránh khỏi các sai số do gia công, lắp ráp, kiểm tra... gây ra. Do đó, trước khi sản xuất với một quy mô nào đó phải giải quyết tốt giai đoạn chuẩn bị sản xuất (Hình 1).



Hình 1

Để có được phương pháp chuẩn bị sản xuất thích hợp cần dựa trên các cơ sở :

- Tiêu chuẩn hóa công nghệ ;
- Kĩ thuật tính toán mới ;
- Phương pháp định mức kĩ thuật và tiêu chuẩn sản xuất tiên tiến.

Trước khi đi sâu nghiên cứu về cơ sở lí thuyết của phương pháp gia công cắt gọt kim loại ta cần đề cập đến một số khái niệm và định nghĩa cơ bản sau :

1. Những phần cấu thành của sản phẩm.

Chi tiết máy - là đơn vị nhỏ nhất và hoàn chỉnh của máy mà không cần tới nguyên công lắp ráp (viên bi, bu lông, đai ốc,...).

Nhóm (cụm) - là đơn vị lắp ghép bao gồm từ hai hoặc nhiều chi tiết hợp thành (Tay biên gồm thân, nắp, bạc biên,...).

Bộ phận - là một phần của máy hoặc trang thiết bị có thể hoạt động động lập. Nó được lắp ghép hoàn chỉnh từ những nhóm và chi tiết máy (Hộp giảm tốc...).

Sản phẩm - Là kết quả thu được cuối cùng trong quá trình sản xuất, đã thỏa mãn những yêu cầu về kinh tế, kĩ thuật đề ra. Sản phẩm là một đơn vị sản xuất độc lập nó bao gồm các bộ phận, cụm và chi tiết hợp thành (Ô tô, cần cẩu, máy tiện...).

2. Quá trình sản xuất và quá trình công nghệ.

Quá trình sản xuất là quá trình con người tác động vào tài nguyên thiên nhiên để biến nó thành sản phẩm của xã hội. Quá trình sản xuất bao gồm nhiều giai đoạn

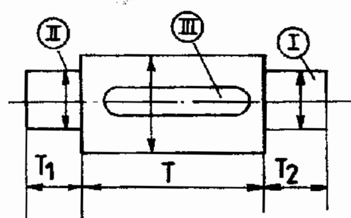
chính như : Khai quặng ; Luyện kim ; Gia công cơ khí ; Gia công nhiệt - hóa ; Lắp ráp;...

Quá trình công nghệ là một phần của quá trình sản xuất trực tiếp làm thay đổi trạng thái (hình dạng, kích thước), tính chất lí hóa vật liệu và vị trí tương quan của đối tượng sản xuất. Trong nhà máy cơ khí có các phân xưởng riêng để thực hiện các quá trình công nghệ như : Phân xưởng chuẩn bị phôi ; Gia công cơ khí ; Nhiệt luyện ; Lắp ráp;...

3. Các thành phần của quá trình công nghệ.

a) Nguyên công : là một phần của quá trình công nghệ được hoàn thành liên tục tại một địa điểm làm việc do một hay một nhóm thợ thực hiện.

Nếu ta thay đổi một trong các điều kiện : tính liên tục hoặc địa điểm làm việc thì chuyển sang một nguyên công khác. Ví dụ gia công trục bậc (Hình 2) : nếu tiện đầu trục (I) rồi trở đầu ngay trên máy để tiện đầu (II) thì vẫn là một nguyên công. Nhưng nếu tiện đầu (I) cho cả loạt xong rồi mới tiện đầu (II) cùng cho cả loạt đó thì là hai nguyên công hoặc trên một máy chỉ tiện một đầu còn đầu kia tiện trên máy khác thì cũng là hai nguyên công. Tiện mặt trụ và phay rãnh then (III) rõ ràng là hai nguyên công. Nguyên công là phần công việc cơ bản của quá trình công nghệ để hạch toán và tổ chức sản xuất. Việc phân chia quá trình công nghệ ra thành các nguyên công mang một ý nghĩa vật lí và kinh tế. Trên phương diện vật lí là không thể vừa phay vừa mài đối với một bề mặt chi tiết. Còn ý nghĩa kinh tế được hiểu như công việc tiện nói trên có lúc không thể phân quá nhỏ (phân tán) hoặc quá lớn (tập trung) nhằm đảm bảo sự cân bằng cho nhịp sản xuất hoặc không nên thực hiện gia công thô và gia công tinh trên cùng một máy mà phải phân thành hai nguyên công cho hai máy (máy gia công thô và máy gia công tinh) vì máy gia công tinh đắt tiền hơn.



Hình 2

b) Gá : là một phần của nguyên công, phần này được hoàn thành trong một lần gá chi tiết. Ví dụ tiện một đầu rồi trở phôi tiện nốt đầu kia của trục là hai lần gá. Một nguyên công có thể có một hoặc nhiều lần gá xảy ra liên tục ở một địa điểm làm việc (Hình 2)

c) Vị trí : là một phần của nguyên công được xác định bởi một vị trí tương quan giữa chi tiết và máy hoặc giữa chi tiết và dao cắt (cữ so dao). Ví dụ mỗi lần phân độ để phay một cạnh hoặc khoan một lỗ trên chi tiết là một vị trí. Một lần gá có thể có một hoặc nhiều vị trí.

d) Bước : là một phần của nguyên công tiến hành gia công một bề mặt (hoặc một tập hợp bề mặt) sử dụng một dao (hoặc một bộ dao) với các yếu tố cắt xác định (V, t, S). Nếu thay đổi một trong các điều kiện : bề mặt gia công ; dao cắt hoặc chế độ làm việc của máy (ví dụ thay đổi vận tốc cắt V, chiều sâu cắt t hoặc bước tiến S) thì chuyển sang một bước khác. Một nguyên công có thể có một hoặc nhiều bước khác nhau (Hình 2 : tiện mỗi đoạn trục là một bước - các bước này độc lập với nhau).

e) Đường chuyển dao : là một phần của bước để hớt đi một lớp vật liệu với cùng một chế độ cắt, một dao. Ví dụ tiện một mặt trụ ngoài, sử dụng một dao, một chế độ cắt và hớt thành nhiều lần - mỗi lần là một đường chuyển dao. Mỗi bước có thể có một hoặc nhiều đường chuyển dao.

g) Động tác : là một hành động của người thợ để điều khiển máy. Ví dụ như bấm nút, quay ụ dao, gạt càng gạt... Động tác là đơn vị nhỏ nhất của quá trình công nghệ.

Việc phân chia thành động tác rất cần thiết để định mức thời gian, nghiên cứu năng suất lao động và tự động hóa nguyên công.

4. Các dạng sản xuất và phương pháp công nghệ.

Trong kế hoạch sản xuất chỉ tiêu quan trọng nhất là sản lượng hàng năm được tính theo đơn vị sản phẩm "chiếc", tính theo khối lượng hoặc bằng tiền. Trong chế tạo máy người ta chia ra ba dạng sản xuất tùy theo sản lượng và mức độ ổn định của sản phẩm.

a) Sản xuất đơn chiếc : dạng sản xuất trong đó sản phẩm lặp lại một số ít lần thậm chí chỉ một lần. Đặc điểm của dạng sản xuất này là tại một chỗ làm việc thường thực hiện nhiều nguyên công khác nhau với trang thiết bị vạn năng, thợ có tay nghề cao - đa năng, quy trình công nghệ đơn giản... Ví dụ sản xuất các sản phẩm chế thử, thí nghiệm...

b) Sản xuất hàng loạt : dạng sản xuất mà sản lượng sản phẩm hàng năm không quá ít, chế tạo thành từng loạt, từng nhóm. Công việc tại mỗi địa điểm làm việc có tính chất chu kì.

Tùy theo khối lượng và số lượng sản phẩm còn phân chia một cách tương đối thành sản xuất loạt nhỏ, loạt vừa, loạt lớn (Bảng 1).

Bảng 1 : Phân chia trong sản xuất hàng loạt.

Dạng sản xuất	Khối lượng và số lượng sản phẩm		
	< 4 kg	4 ÷ 200 kg	> 200 kg
Loạt nhỏ Loạt vừa Loạt lớn	10 ÷ 50 50 ÷ 300 > 300	5 ÷ 25 25 ÷ 150 > 150	2 ÷ 5 5 ÷ 25 > 25

Sản xuất loạt nhỏ gần với sản xuất đơn chiếc nhưng có tính ổn định khá hơn. Sản xuất loạt lớn gần với sản xuất hàng khối (sử dụng nhiều trang thiết bị chuyên dùng, một số máy tự động và bán tự động với quy trình công nghệ tỉ mỉ như sản xuất máy công cụ vạn năng, tầu hỏa, tầu thủy cỡ nhỏ...)

c) Sản xuất hàng khối : dạng sản xuất có sản lượng sản phẩm rất lớn và ổn định. Tại mỗi máy hoặc mỗi địa điểm làm việc chỉ thực hiện một nguyên công - đối tượng gia công thay đổi theo chu kì như sản xuất đồng hồ, khí cụ, máy khâu, ô tô, máy kéo...

Đặc điểm của dạng sản xuất hàng khối là trang thiết bị rất chuyên dùng và được bố trí thành dây chuyền theo thứ tự nguyên công nên có mức độ cơ khí hóa - tự động hóa cao. Nó cho phép áp dụng các phương pháp gia công tiên tiến mang lại hiệu quả kinh tế. Ở đây thợ điều chỉnh có một vai trò đặc biệt quan trọng.

Việc phân chia ba dạng sản xuất nói trên chỉ là tương đối vì tính chất loạt còn phụ thuộc nhiều vào điều kiện thiết bị, tổ chức sản xuất và phương pháp công nghệ.

Có hai phương pháp công nghệ được sử dụng trong các dạng sản xuất là : dây chuyền và không dây chuyền.

Phương pháp sản xuất dây chuyền thường được sử dụng trong các dạng sản xuất loạt lớn, hàng khối (gia công cơ và lắp ráp). Theo phương pháp này thì địa điểm làm việc (máy) được sắp xếp theo thứ tự các nguyên công, sau khi hoàn thành xong một nguyên công thì đối tượng gia công (lắp ráp) được chuyển sang địa điểm làm việc kề bên để thực hiện nguyên công tiếp theo. Số lượng địa điểm làm việc và năng suất phải tính sao cho đối tượng chuyển từ nguyên công này đến nguyên công kia không bị đình đốn, ứ đọng. Muốn đạt được sự đồng bộ thì dây chuyền phải tuân theo một nhịp sản xuất nhất định.

"Nhịp sản xuất là khoảng thời gian lặp lại chu kỳ gia công hoặc lắp ráp". Nhịp sản xuất tính theo công thức :

$$\tau = \frac{T}{N} \text{ (ph)}$$

Trong đó : T - Khoảng thời gian làm việc (ph) ;

N - Số đối tượng sản xuất ra trong khoảng thời gian T.

Ví dụ : Mỗi ca làm việc 640 ph, gia công 160 chi tiết → Nhịp sản xuất là : $\tau = \frac{640}{160} = 4 \text{ (ph)}$.

Vậy thời gian mỗi nguyên công kể cả vận chuyển phải bằng 4 phút hoặc là bội số của 4 phút.

Phương pháp sản xuất không dây chuyền là phương pháp trong đó mỗi nguyên công được thực hiện không có liên quan về thời gian và địa điểm làm việc với nguyên công khác. Phương pháp này cho năng suất và hiệu quả kinh tế thấp (thường được dùng trong dạng sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ).

Trong một điều kiện và quy mô sản xuất nhất định thì quá trình công nghệ hợp lí nhất không nhất thiết là quá trình mà sản phẩm có độ chính xác cao nhất hoặc quá trình có năng suất cao nhất mà là quá trình có thể phù hợp với điều kiện kĩ thuật và năng suất yêu cầu một cách kinh tế nhất.

Chương 4

NGUYÊN LÍ CẮT VÀ VẤN ĐỀ NĂNG SUẤT TRONG GIA CÔNG BẰNG CẮT GỌT

4.1 ĐẶC ĐIỂM VÀ VAI TRÒ CỦA GIA CÔNG CẮT GỌT

Cắt gọt kim loại là quá trình công nghệ tạo nên những sản phẩm cơ khí có hình dạng, kích thước, độ bóng bề mặt... theo yêu cầu kĩ thuật từ một phôi liệu ban đầu nhờ sự cắt bỏ lớp kim loại dưới dạng phoi.

Gia công cắt gọt được thực hiện ở nhiệt độ bình thường của môi trường (cả trước và sau nguyên công nhiệt luyện). Nó cho độ bóng, độ chính xác cao hơn các phương pháp gia công bằng hàn, đúc, rèn, dập nóng...

Phương pháp gia công bằng cắt gọt chiếm 30% khối lượng công việc gia công cơ khí và trong tương lai có thể nhiều hơn.

4.2. MÁY CẮT KIM LOẠI – CHUYỂN ĐỘNG VÀ CHẾ ĐỘ CẮT.

4.2.1. Phân loại và kí hiệu máy cắt kim loại.

Quá trình gia công trên máy đánh dấu sự tiến bộ lớn của loài người trong tiến trình phát triển : khâu cuối cùng trong quá trình lao động - công cụ lao động tác động vào đối tượng lao động làm thay đổi hình dạng, kích thước, vị trí... của đối tượng không có sự tham gia trực tiếp của bàn tay con người.

Theo công dụng người ta chia ra 10 nhóm máy khác nhau :

1. Nhóm máy tiện ;
2. Nhóm máy khoan - doa ;
3. Nhóm máy mài ;
4. Nhóm máy tổ hợp ;
5. Nhóm máy gia công răng ;
6. Nhóm máy phay ;
7. Nhóm máy bào - xọc ;
8. Nhóm máy cưa - cắt ;
9. Máy kéo - nắn thẳng ;
10. Máy gia công ren.

Theo mức độ vạn năng của máy người ta chia ra :

- Nhóm máy vạn năng (hay máy có công dụng chung) : là các máy có thể làm được các công việc khác nhau và được dùng rộng rãi trong dạng sản xuất đơn chiếc ;
- Nhóm máy chuyên môn hóa : là các máy dùng để gia công các chi tiết có hình dạng giống nhau như bu lông, bánh răng... Loại máy này được dùng trong dạng sản xuất hàng loạt (máy gia công ren, gia công bánh răng...);

- Nhóm máy chuyên dùng (bán tự động, tự động...) dùng trong sản xuất loạt lớn và hàng khối.

Theo độ chính xác gia công thì chia ra :

- Máy gia công thô ;
- Máy gia công tinh.

Theo khối lượng máy có :

- Máy nhẹ ;
- Máy trung bình (khối lượng máy < 10 tấn) ;
- Máy nặng (khối lượng máy > 10 tấn) ;
- Máy siêu nặng (siêu trọng) có khối lượng > 100 tấn.

Hiện nay ở Việt Nam đã chế tạo được các loại máy tiện, phay, bào, khoan, mài... Các loại máy cắt này được kí hiệu bằng chữ và các con số theo thứ tự từ trái qua phải như sau :

- Chữ cái đầu tiên chỉ nhóm máy (T - máy tiện ; P - máy phay ; B - máy bào ; M - máy mài ; K - máy khoan...) ;
- Con số tiếp chỉ công dụng chính hay mức độ vạn năng của máy ;
- Hai số cuối chỉ tính năng hay thông số kĩ thuật chủ yếu của máy.

Ví dụ : T616 - T : Máy tiện ;

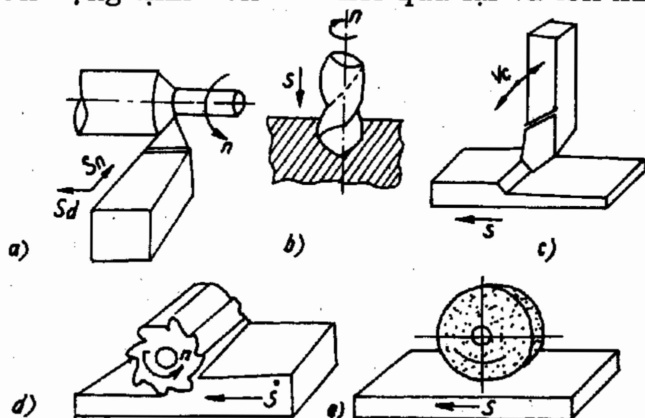
6 : Ren vít vạn năng ;

16 : Chiều cao tâm máy 160 mm.

4.2.2 Chuyển động trong quá trình cắt gọt.

Mỗi một loại máy cắt kim loại có quỹ đạo chuyển động tương đối giữa dao và phôi khác nhau. Người ta phân ra ba loại chuyển động :

Chuyển động chính (chuyển động cắt chính) : là chuyển động cơ bản của máy cắt được thực hiện qua dụng cụ cắt hoặc chi tiết gia công. Nó có thể là chuyển động quay, tịnh tiến khứ hồi hoặc ở dạng kết hợp... Ví dụ : khi tiện chuyển động chính là chuyển động quay tròn của phôi gá trên mâm cặp ; khi phay - khoan - mài chuyển động chính là chuyển động quay tròn của dao phay, mũi khoan và đá mài ; còn khi bào - xọc là chuyển động tịnh tiến khứ hồi qua lại và lên xuống của dao...



Hình 4.1 Các chuyển động khi cắt

Chuyển động chạy dao : là chuyển động của dao hoặc chi tiết gia công (phôi), nó kết hợp với chuyển động chính tạo nên quá trình cắt gọt.

Chuyển động chạy dao có thể liên tục (hoặc gián đoạn). Chuyển động này thường được thực hiện trong hướng vuông góc với chuyển động chính, cụ thể :

- Khi tiện, chuyển động chạy dao là chuyển động ngang - dọc của bàn dao khi cắt ;
- Khi phay là chuyển động ngang - dọc - đứng của bàn máy mang phôi ;
- Khi bào là chuyển động ngang (đứng) của bàn máy và chuyển động lên xuống của đầu dao ;
- Khi mài là chuyển động tịnh tiến ngang (dọc) của bàn máy mang phôi hoặc của trục đá mài ;
- Khi khoan là chuyển động ăn xuống của mũi khoan.

Chuyển động phụ : là các chuyển động không trực tiếp tạo ra phoi như chuyển động tiến,lùi dao (không cắt vào phôi).

4.2.3 Chế độ cắt.

Vận tốc cắt ($\vec{V}_c$) : là lượng dịch chuyển tương đối giữa lưỡi cắt và chi tiết gia công trong một đơn vị thời gian (hoặc lượng dịch chuyển tương đối của một điểm trên bề mặt chi tiết gia công và lưỡi cắt trong một đơn vị thời gian). Ta có :

$$\vec{V}_c = \vec{V} + \vec{S}$$

Đa số các trường hợp trị số của vận tốc chuyển động chạy dao $|\vec{S}|$ rất nhỏ nên có thể coi vận tốc cắt là vận tốc chuyển động chính ($V_c \approx V$).

Ví dụ khi tiện ngoài chi tiết đường kính D(mm), số vòng quay trục chính n (vg/ph) thì trị số của tốc độ cắt có thể tính theo công thức :

$$V = \frac{\pi Dn}{1000}, \text{ (m/ph)}$$

"Khi tiện lỗ thì D là đường kính lỗ sau khi gia công, khi khoan D là đường kính mũi khoan, khi phay D là đường kính dao phay, khi mài D là đường kính đá mài".

Nếu chuyển động chính là tịnh tiến (bào, xọc) thì trị số vận tốc cắt lấy theo giá trị vận tốc trung bình :

$$V_{tb} = \frac{2Ln}{1000}, \text{ (m/ph)}.$$

Trong đó :

L - Chiều dài hành trình chạy dao (mm) ;

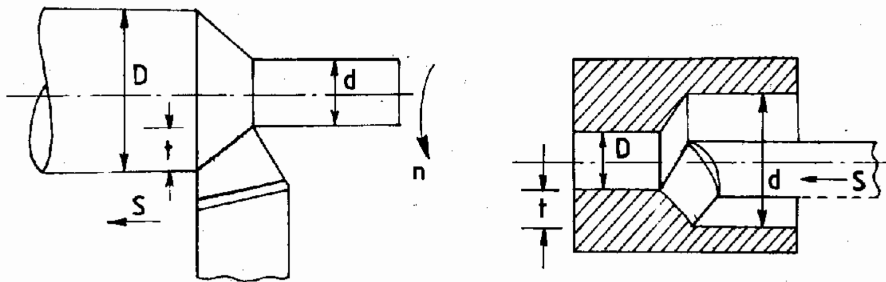
n - Số hành trình kép trong một phút.

Chiều sâu cắt (t) : là chiều sâu lớp kim loại bị hớt đi sau một lần cắt (hoặc là khoảng cách giữa hai bề mặt đã và chưa gia công kề nhau đo theo phương vuông góc với phương chạy dao).

Ví dụ khi tiện thì chiều sâu cắt được tính :

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ khi tiện ngoài, mm.}$$

$$t = \frac{d - D}{2} \text{ khi tiện lỗ, mm.}$$



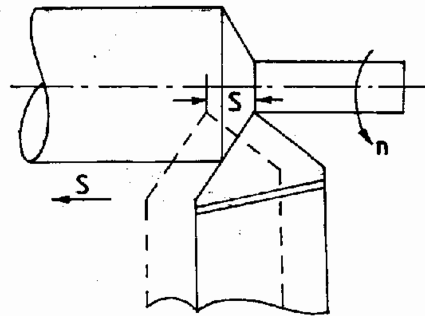
Hình 4.2 Chiều sâu cắt t. *D– đường kính trước khi gia công*
d– đường kính sau khi gia công

Lượng chạy dao ($\vec{S}$) : là quãng đường tương đối của lưỡi cắt so với chi tiết theo phương chuyển động chạy dao sau một đơn vị thời gian, sau một vòng quay của phôi hay sau một hành trình kép.

Khi tiện, lượng chạy dao S là lượng dịch chuyển của dao theo phương chạy dao dọc theo bề mặt gia công sau một vòng quay của phôi - (mm/vg).

Khi bào - xọc, lượng chạy dao S_H là lượng dịch chuyển của dao (hoặc bàn máy) sau một hành trình kép của bàn máy (hoặc dao) - mm/h.t.kép)

Đối với dao nhiều lưỡi cắt như dao phay có thể tính lượng chạy dao sau một răng dao (mm/rg), lượng chạy dao sau một vòng quay của dao (mm/vg), lượng chạy dao sau một phút làm việc của dao (mm/ph).



Hình 4.3 Lượng chạy dao S

*

* *

Tập hợp các yếu tố vận tốc cắt V, chiều sâu cắt t, lượng chạy dao S gọi là chế độ cắt. Một chế độ cắt được xác lập trên hệ thống công nghệ bao gồm : Máy - Dao - Đồ gá và Chi tiết gia công.

4.2.4. Truyền dẫn trong máy cắt kim loại

Khi làm việc các máy nhận nguồn năng lượng bên ngoài theo các đường truyền dẫn. Có các kiểu truyền dẫn ngoài sau đây :

* Truyền dẫn tập trung : trong các phân xưởng cơ khí cũ, các máy hoạt động nhờ một động cơ chung qua bộ truyền đai tới một trục dẫn chính (gọi là trục truyền chung) chạy suốt phân xưởng và từ trục này chuyển động và công suất được truyền đến các máy.

Kiểu truyền dẫn này có hiệu suất thấp, an toàn kém và khi một máy bị hỏng cần sửa thì phải ngừng hoạt động cả hệ thống.

* Truyền dẫn nhóm : vị trí máy được bố trí giống như trường hợp truyền dẫn tập trung nhưng phân ra mỗi động cơ truyền dẫn cho một nhóm máy công tác.

* Truyền dẫn riêng lẻ : mỗi máy gồm một hay nhiều động cơ riêng biệt dẫn động, đảm bảo cho máy có những chuyển động phức tạp với nhiều chế độ khác nhau (có máy cắt kim loại sử dụng 23 động cơ điện).

Căn cứ vào dạng điều khiển tốc độ truyền động trong từng máy cắt, người ta chia ra :

- Truyền động phân cấp : cho phép máy một số lượng có hạn các tốc độ trong phạm vi nhất định (V_1, V_2, ... V_k);

- Truyền động vô cấp : cho phép máy vô số tốc độ liên tục trong phạm nhất định : $V_{min} \div V_{max}$.

Để nghiên cứu sự truyền động trong máy cắt kim loại, người ta khai triển cấu tạo máy theo sơ đồ động học (Sơ đồ động). Sơ đồ động bao gồm những hình vẽ, ký hiệu quy ước để biểu diễn cấu tạo và hoạt động của máy. Dưới đây là bảng ký hiệu quy ước đó :

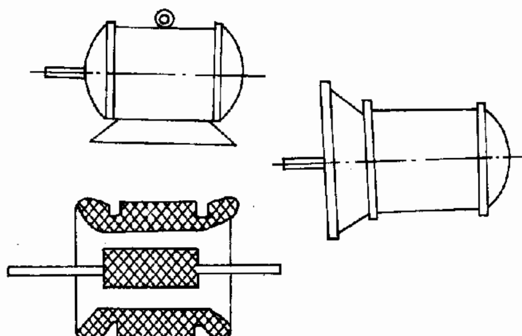
Bảng 4.1. Ký hiệu dùng trong sơ đồ động máy cắt kim loại

1. Động cơ điện

- Loại thường

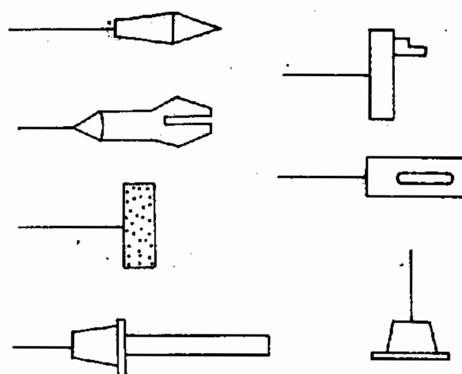
- Loại mặt bích

- Loại ro to liền trục

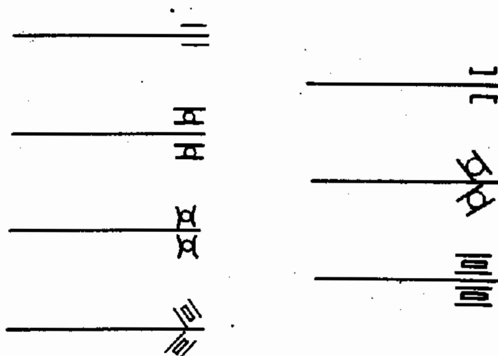


2. Trục

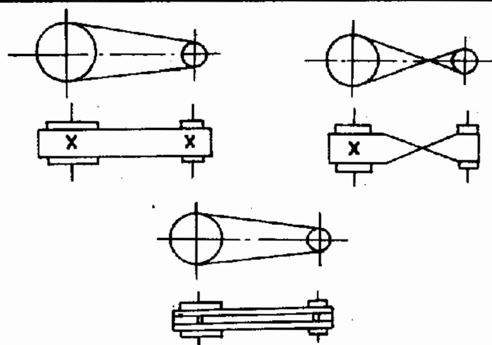
3. Đầu trục chính
- Mũi tâm
- Mâm cặp
- Ống kẹp
- Đầu trục khoan
- Đầu trục mài
- Đầu trục phay



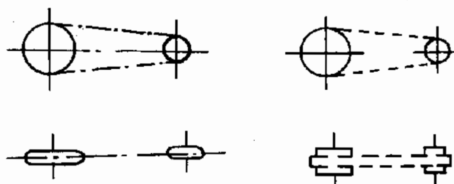
4. Ổ trên trục :
- Dạng chung
- Ổ trượt
- Ổ bi đỡ
- Ổ bi đỡ chặn
- Ổ chặn
- Ổ đũa đỡ
- Ổ đũa đỡ chặn



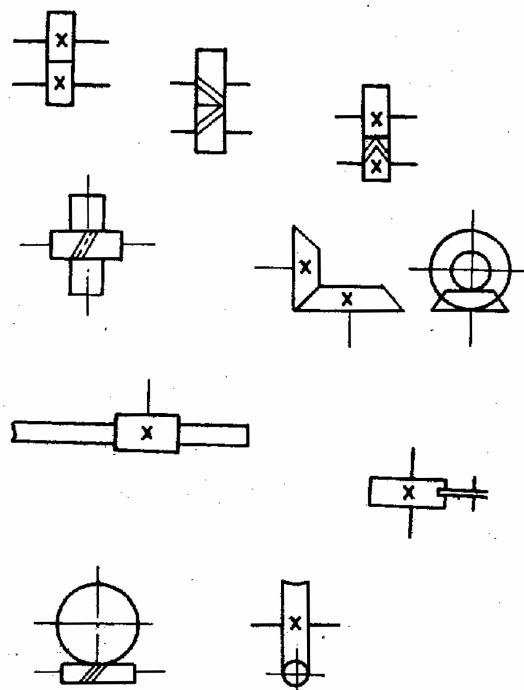
5. Truyền động đai :
- Đai dẹt thường
- Đai dẹt chéo
- Đai hình thang



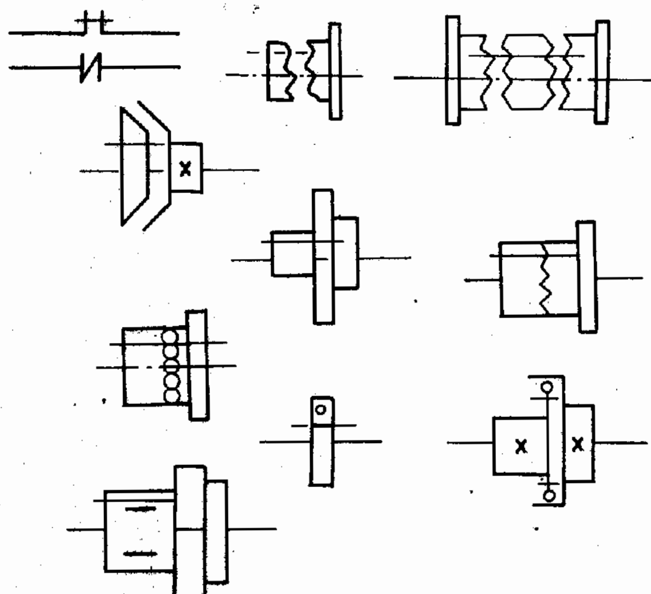
6. Truyền động xích
- Xích ống con lăn
- Xích răng



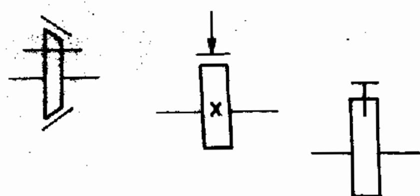
7. Truyền động răng
- Bánh răng trụ răng thẳng
- Bánh răng trụ răng nghiêng
- Bánh răng chữ V
- Bánh răng trụ chéo
- Bánh răng côn
- Bánh răng - thanh răng
- Bánh cóc - con cóc
- Trục vít - bánh vít



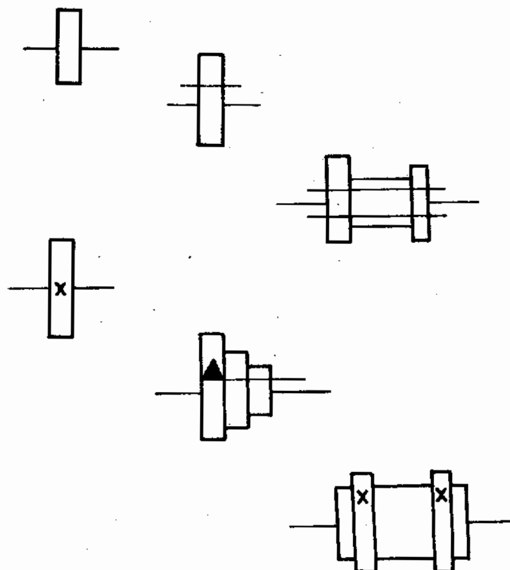
8. Nối trục và li hợp
- Nối trục các loại
- Li hợp vấu một phía và hai phía
- Li hợp ma sát côn
- Li hợp ma sát đĩa
- Li hợp vấu an toàn
- Li hợp con lăn
- Li hợp siêu việt
- Li hợp tự do
- Li hợp điện từ



9. Phanh
- Phanh ma sát côn
- Phanh dây đai
- Phanh vấu



10. Cách cố định bánh răng trên trục
- Lắp lồng không
- Lắp có then trượt (bánh răng di trượt)
- Lắp bằng then hoa trượt
- Lắp chặt bằng then cố định
- Lắp bằng then kéo
- Lắp trên bạc lót.



11. Truyền động vít - đai ốc
- Đai ốc cố định
- Đai ốc hai nửa



MỘT SỐ CƠ CẤU TRUYỀN ĐỘNG CƠ BẢN

1. Tỉ số truyền

Khi trục 1 quay n_1 vòng, trục 2 quay n_2 vòng (trong 1 phút), tỉ số truyền từ trục 1 đến trục 2 là :

$$i_{1,2} = \frac{n_2 \text{ (bị động, bị dẫn)}}{n_1 \text{ (chủ động, dẫn động)}}$$

* Truyền động đai (không kể đến hệ số trượt) :

$i_{12} = \frac{\phi_1}{\phi_2}$; ϕ_1, ϕ_2 : là đường kính của bánh đai trên trục 1 và trục 2.

* Truyền động xích :

$i_{12} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$; Z_1, Z_2 : số răng đĩa xích trên trục 1 và trục 2.

* Truyền động trục vít- bánh vít :

$i_{12} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{K}{Z}$; K, Z là số đầu mối ren trục vít (1) và số răng bánh vít (2).

* Truyền động bánh răng - thanh răng. Gọi S là lượng dịch chuyển của bánh răng hay thanh răng sau n vòng quay của bánh răng (có số răng Z, mô đun m, bước t), thì :

$$S = t.Z.n = \pi mZn, \text{ (mm)}$$

* Truyền động vít đai ốc. Gọi S là lượng dịch chuyển của đai ốc (hay vít) sau n vòng quay của vít (hay đai ốc) có bước ren là t_x, ta có :

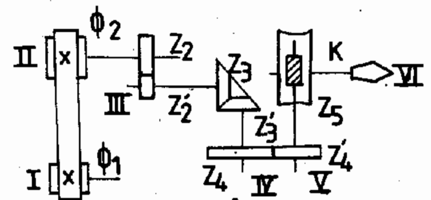
$$S = n.t_x, \text{ (mm)}.$$

* Xích truyền động : là tập hợp các khâu truyền dẫn riêng lẻ liên tiếp nhau. Tỉ số truyền của xích truyền động bằng tích số của tỉ số truyền của các khâu có trong xích.

Ví dụ cho xích truyền động (Hình 4.4) thì tỉ số truyền từ trục I đến trục VI :

$$i_{I,VI} = i_{I,II} \cdot i_{II,III} \cdot i_{III,IV} \cdot i_{IV,V} \cdot i_{V,VI}$$

$$= \frac{\phi_1}{\phi_2} \cdot \frac{Z_2}{Z'_2} \cdot \frac{Z_3}{Z'_3} \cdot \frac{Z_4}{Z'_4} \cdot \frac{K}{Z'_5} = \frac{n_{VI}}{n_I}$$



Hình 4.4 Xích truyền động.

2. Chuỗi số vòng quay của máy cắt kim loại

Khi thiết kế các máy cắt có chuyển động chính quay tròn như máy tiện, máy phay, máy khoan với các số liệu cho trước (chỉ số giới hạn đường kính vật gia công hay đường kính dao $d_{min} \div d_{max}$ và vận tốc cắt $V_{min} \div V_{max}$), ta nhận được số vòng quay trục chính là :

$$n_{min} = \frac{1000 V_{min}}{\pi d_{max}}, \text{ (vg/ph)};$$

$$n_{max} = \frac{1000 V_{max}}{\pi d_{min}}, \text{ (vg/ph)}.$$

Phạm vi vòng quay của máy : $R_n = \frac{n_{max}}{n_{min}}$

Số vòng quay của máy từ $n_{min} \div n_{max}$ được lập thành một chuỗi số theo quy luật :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{n_3}{n_4} = ... = \frac{1}{\varphi} = \text{cosnt}$$

hay : $n_1 = n_{min}$

$n_2 = n_1.\varphi$

$$n_3 = n_2.\varphi = n_1.\varphi^2$$

$$n_k = n_{k-1}.\varphi = ... = n_{max}$$

$$\varphi = \sqrt[k-1]{\frac{n_k}{n_1}} = \sqrt[k-1]{\frac{n_{1\,max}}{n_{1\,min}}} = \sqrt[k-1]{R_n} ;$$

Trong đó : φ - Công bội của chuỗi số :

k- Số cấp vòng quay (số số hạng của chuỗi số).

Cũng tương tự như vậy với chuỗi số hành trình kép.

Nếu ta bố trí các chuỗi số dưới dạng biểu đồ thì sẽ nhận được một lưới kết cấu vòng quay cho từng máy cụ thể và qua đó cho phép đánh giá được ưu nhược điểm cho từng phương án khi thiết kế. Lưới kết cấu vòng quay có dạng hình nan quạt mở được coi là tốt nhất đối với máy cắt kim loại.

Số vòng quay hay hành trình kép của các máy cắt có truyền động phân cấp được thiết lập theo cấp số nhân có các công bội tiêu chuẩn và ứng với nó cũng có các tổn thất tương đối tiêu chuẩn.

Giữa hai cấp vòng quay n_i và n_{i+1}, tổn thất tương đối của vận tốc cắt ΔV được xác định :

$$\Delta V = \frac{V_{i+1} - V_i}{V_{i+1}} = 1 - \frac{V_i}{V_{i+1}} = 1 - \frac{n_i}{n_{i+1}} = 1 - \frac{1}{\varphi}, (\%)$$

hay : $\frac{\varphi - 1}{\varphi} = \Delta V = const.$

Bảng 4.2 Trị số φ và ΔV

φ	1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2,0
ΔV(%)	5	10	20	30	40	45	50

3. Các cơ cấu truyền động thường gặp

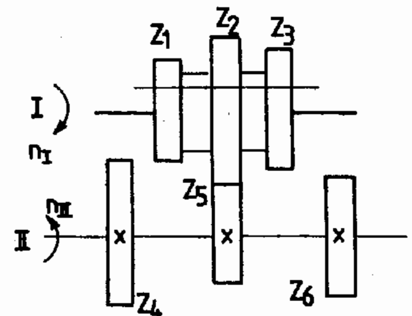
* Cơ cấu Bánh răng di trượt

Khối bánh răng di trượt với ba bánh răng có số răng Z_1, Z_2, Z_3 có thể di trượt dọc trục I và lần lượt ăn khớp với các bánh răng Z_4, Z_5, Z_6. Như vậy từ một tốc độ của trục I (n_I), trục II có thể nhận được ba tốc độ khác nhau :

$$n_{II}^{(1)} = n_I \cdot \frac{Z_1}{Z_4}$$

$$n_{II}^{(2)} = n_I \cdot \frac{Z_2}{Z_5}$$

$$n_{II}^{(3)} = n_I \cdot \frac{Z_3}{Z_6}$$



Hình 4.5 Cơ cấu Bánh răng di trượt.

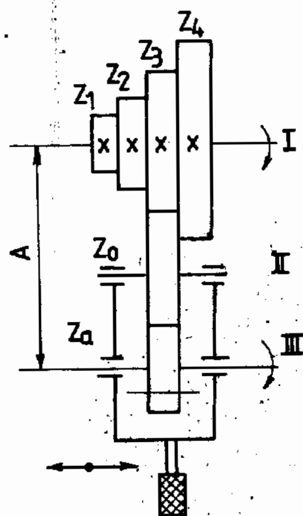
Cơ cấu Bánh răng di trượt được dùng nhiều trong các hộp tốc độ, hộp chạy dao. Nó có kích thước theo chiều trục lớn nhưng ưu điểm là lắp ráp đơn giản, thay đổi tốc độ nhanh.

* Cơ cấu Noóctông.

Truyền động từ trục I đến trục III qua bánh răng trung gian Z_o bằng tay gạt, nếu xê dịch Z_o, Z_a dọc trục III và cho Z_o lần lượt ăn khớp với Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 của trục I ta sẽ lần lượt được các tỉ số truyền :

$$i^{(1)}_{I,III} = \frac{Z_1}{Z_o} \cdot \frac{Z_o}{Z_a} = \frac{Z_1}{Z_a}; \qquad i^{(2)}_{I,III} = \frac{Z_2}{Z_o} \cdot \frac{Z_o}{Z_a} = \frac{Z_2}{Z_a};$$

$$i^{(3)}_{I,III} = \frac{Z_3}{Z_o} \cdot \frac{Z_o}{Z_a} = \frac{Z_3}{Z_a}; \qquad i^{(4)}_{I,IV} = \frac{Z_4}{Z_o} \cdot \frac{Z_o}{Z_a} = \frac{Z_4}{Z_a}.$$



Hình 4.6 Cơ cấu Noóc tông

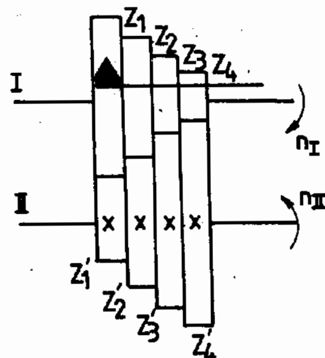
Cơ cấu Noóctông được dùng nhiều trong các hộp chạy dao như ở máy 1K62 (Liên Xô cũ). Nó có phạm vi thay đổi tốc độ lớn, kích thước nhỏ gọn hơn cơ cấu Bánh răng di trượt, nhưng có nhược điểm là độ cứng vững kém - trục bị dẫn dễ bị rung động.

* Cơ cấu Then kéo

Các bánh răng Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 lắp lồng không trên trục I, dùng một then kéo để cố định một trong các bánh răng này và khi cố định bánh răng nào thì nó sẽ quay cùng với trục.

Giả sử cố định bánh răng Z_1 hoặc Z_2... thì ta có tỉ số truyền :

$$i^{(1)}_{I,II} = \frac{Z_1}{Z'_1}; \quad i^{(2)}_{I,II} = \frac{Z_2}{Z'_2}$$



Hình 4.7 Cơ cấu Then kéo

Cơ cấu Then kéo gọn nhẹ nhưng việc chế tạo và lắp ghép then kéo gặp khó khăn. Cơ cấu này hay được dùng trong hộp chạy dao máy khoan.

* Cơ cấu Mêan

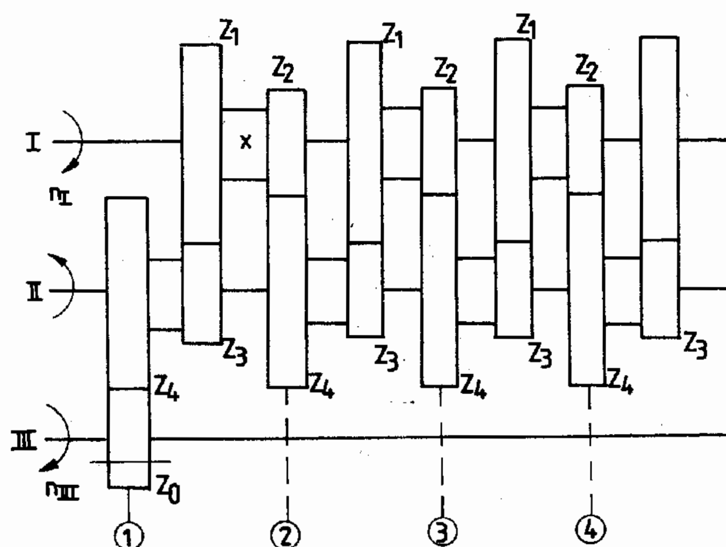
Trong cơ cấu này, các khối bánh răng giống nhau từng đôi một và khi thay đổi vị trí của Z_o trên trục III từ vị trí (1) sang (2), (3), (4) ta sẽ lần lượt có :

$$i^{(1)}_{I,III} = \frac{Z_1}{Z_3} \cdot \frac{Z_4}{Z_o}$$

$$i^{(2)}_{I,III} = \frac{Z_2}{Z_4} \cdot \frac{Z_4}{Z_o}$$

$$i^{(3)}_{I,III} = \frac{Z_2}{Z_4} \cdot \frac{Z_3}{Z_1} \cdot \frac{Z_2}{Z_4} \cdot \frac{Z_4}{Z_o}$$

$$i^{(4)}_{I,III} = \frac{Z_2}{Z_4} \cdot \frac{Z_3}{Z_1} \cdot \frac{Z_2}{Z_4} \cdot \frac{Z_3}{Z_1} \cdot \frac{Z_2}{Z_4} \cdot \frac{Z_4}{Z_o}$$



Hình 4.8 Cơ cấu Mêan

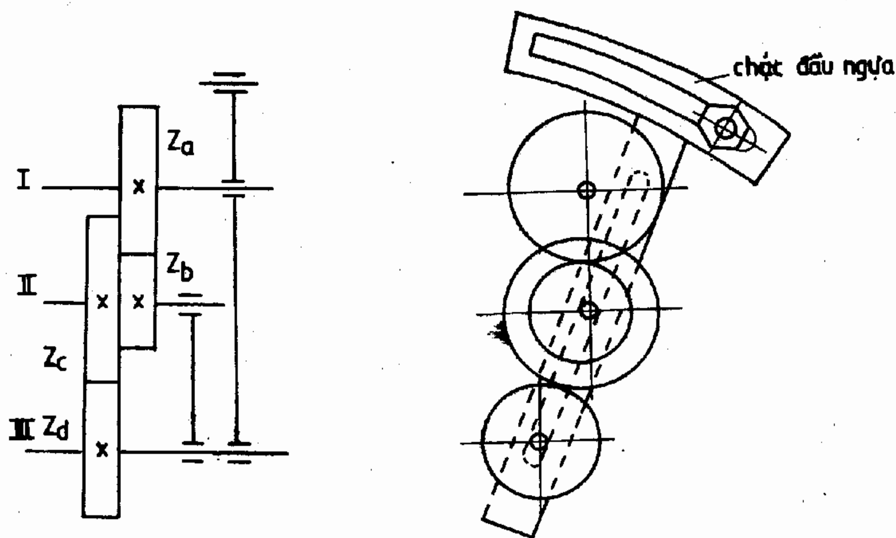
Cơ cấu Mêan có kích thước nhỏ gọn, phạm vi điều tốc rộng được dùng trong hộp chạy dao của máy T616. Ở máy T616 trên trục III ứng với các vị trí (1), (2), (3), (4) lấy ra các tỉ số truyền : 2 ; 1 ; 1/2 ; 1/4 gọi là các tỉ số truyền gấp bội để cắt các bước ren chẵn liên tiếp nhau.

* Cơ cấu Bánh răng thay thế.

Các bánh răng a, b, c, d có thể được thay thế nhờ một chạc đầu ngựa có các rãnh để di trượt trục mang các bánh răng trên.

Tỷ số truyền cơ cấu bánh răng thay thế :

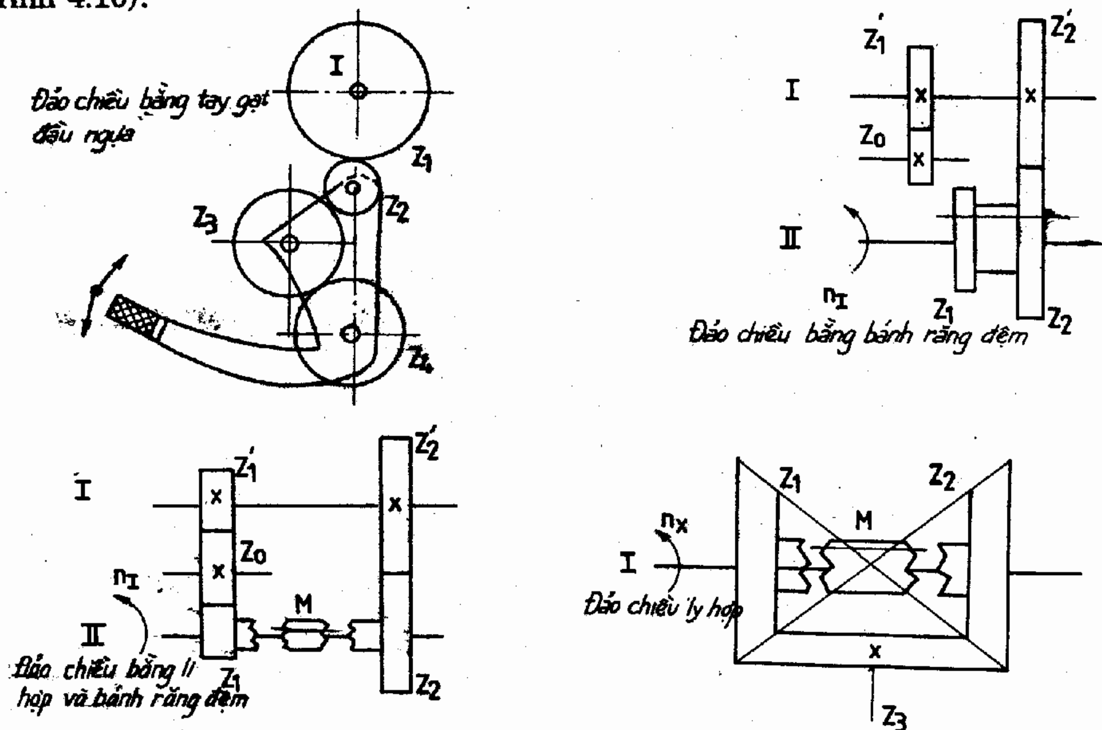
$$i_{I,III} = i_{thay\ thế} = \frac{Z_a}{Z_b} \cdot \frac{Z_c}{Z_d}$$



Hình 4.9 Cơ cấu bánh răng thay thế

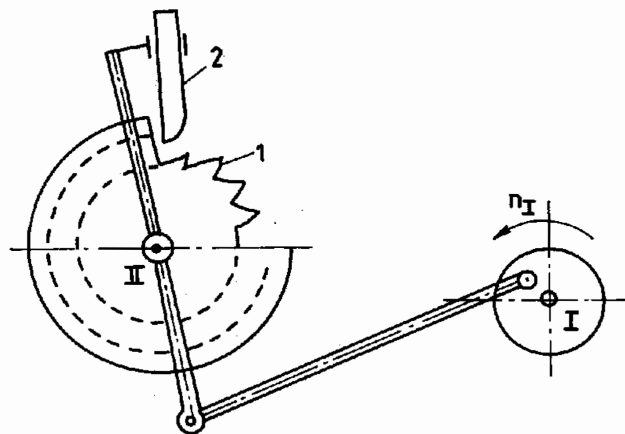
Cơ cấu Bánh răng thay thế thích ứng trong trường hợp phải thay đổi tỉ số truyền trong phạm vi rộng hoặc thêm tỉ số truyền để thực hiện nhiệm vụ gia công ngoài khả năng của hệ máy (như để cắt ren Anh trên máy tiện được thiết kế cắt ren hệ mét hoặc sử dụng trong cơ cấu đầu phân độ...).

*** Cơ cấu Đảo chiều** : dùng để đảo chiều quay của trục bị dẫn. Có thể thực hiện việc đảo chiều quay bằng các cơ cấu : Tay gạt đầu ngựa, Bánh răng đệm, li hợp (Hình 4.10).



Hình 4.10 Các cơ cấu Đảo chiều.

* Cơ cấu Bánh cóc - con cóc : cơ cấu này dùng để chạy dao tự động trong máy bào ngang. Trục I quay tròn qua thanh truyền làm con cóc 2 quét một góc nào đó và đẩy bánh cóc 1 quay đi một số răng.



Hình 4.11 Cơ cấu Bánh cóc – con cóc.

Tỷ số truyền :

$$i = \frac{a}{Z}$$

Ở đây :

Z - Số răng bánh cóc ;

a- Số răng bị đẩy đi sau mỗi góc quét của con cóc

* Một số cơ cấu truyền động vô cấp

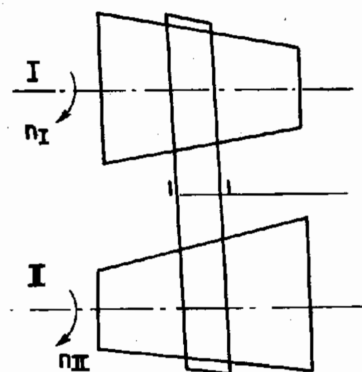
Truyền động vô cấp có ưu điểm :

- Có thể thay đổi vận tốc của máy ngay cả khi nó đang làm việc ;
- Cho phép sử dụng đúng chế độ cắt yêu cầu ;
- Dễ cơ khí hóa, tự động hóa việc điều chỉnh thay đổi tốc độ.

Tuy nhiên các cơ cấu truyền động vô cấp thường cồng kềnh nên việc chế tạo, lắp ráp phức tạp. Mặt khác các cơ cấu cơ khí có hiệu suất truyền động thấp.

Cơ cấu Puly hình nón – đai dẹt

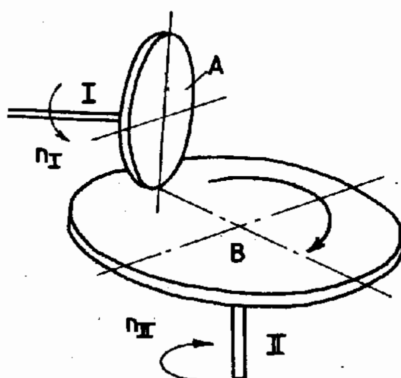
Khi kéo đai dẹt từ trái sang phải vận tốc quay của trục II sẽ nhỏ dần.

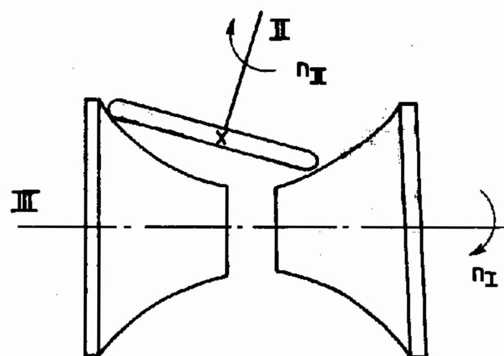


Hình 4.12 Cơ cấu Puly hình nón – đai dẹt.

Cơ cấu Đĩa ma sát.

Khi đĩa ma sát A quay và dịch chuyển từ ngoài vào tâm tâm đĩa ma sát B thì vận tốc quay của trục II sẽ giảm dần (tốc độ quay trục I không đổi)





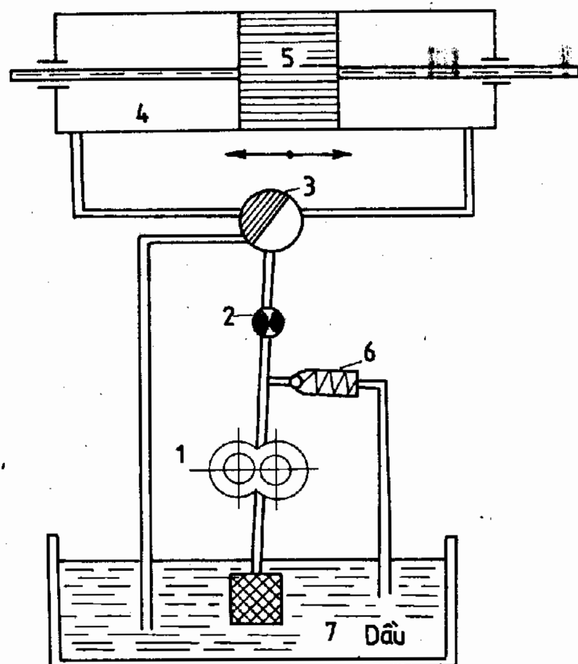
Hình 4.13 Cơ cấu Đĩa ma sát

Cơ cấu Thủy lực

Dầu từ bể 7 nhờ bơm 1 hoạt động mà tăng áp qua van tiết lưu 2 qua van phân phối 3 vào ngăn trái hoặc phải của xi lanh 4 làm pitston 5 mang cơ cấu công tác di chuyển qua phải hoặc trái.

Khi áp suất bơm quá lớn, dầu theo van tràn 6 về bể. Cơ cấu Thủy lực : truyền động êm, chính xác, công suất truyền lớn và thuận tiện trong điều khiển. Cơ cấu này thích hợp cho các máy có chuyển động tịnh tiến thẳng như máy Bào, Xọc, Chuốt.

Ngoài ra còn có các cơ cấu truyền động vô cấp như cơ cấu Điện, Khí - Khí nén... dùng để thay đổi tốc độ quay động cơ điện, động cơ nổ...



Hình 4.14 Cơ cấu Thủy lực.

4.3. DAO CẮT KIM LOẠI

4.3.1. Cấu tạo dao cắt kim loại

Dao cắt giữ vai trò quan trọng trong quá trình gia công, nó trực tiếp tác dụng vào phôi liệu để tách ra phoi tạo thành bề mặt gia công.

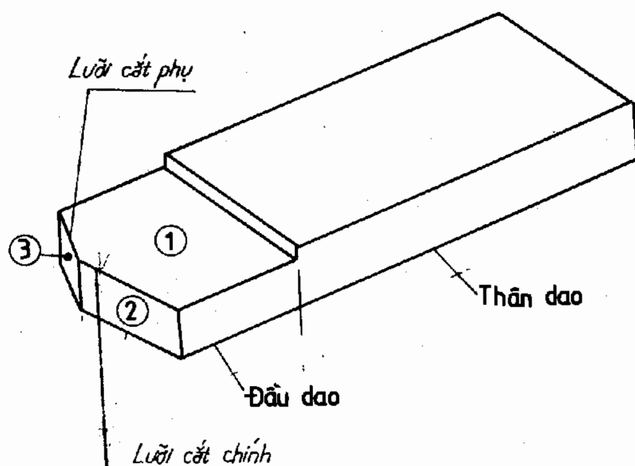
Mỗi dao (điển hình là dao tiện) thường gồm hai phần :

* Thân dao : dùng để gá vào bàn dao, nó phải đủ độ bền, độ cứng,...

* Đầu dao : là phần làm nhiệm vụ cắt gọt. Đầu dao được hợp thành bởi các bề mặt sau :

- Mặt trước (1) : bề mặt tiếp xúc với phoi và dẫn phoi khi gia công ;

- Mặt sau chính (2) : bề mặt đối diện với mặt đang gia công ;



Hình 4.15 Kết cấu dao tiện

- Mặt sau phụ (3) : bề mặt đối diện với bề mặt đã gia công ;

- Lưỡi cắt chính : là giao tuyến của mặt trước và mặt sau chính, nó trực tiếp cắt vào kim loại. Độ dài lưỡi cắt chính có liên quan đến chiều sâu cắt và bề rộng của phoi.

- Lưỡi cắt phụ : là giao tuyến của mặt trước và mặt sau phụ, một phần lưỡi cắt phụ gần mũi dao cùng tham gia cắt với lưỡi cắt chính.

- Lưỡi cắt nối tiếp (chỉ có ở một số dao tiện) : là phần nối tiếp giữa lưỡi cắt chính và lưỡi cắt phụ. Khi không có lưỡi cắt nối tiếp dao tiện sẽ có mũi. Mũi dao có thể nhọn hoặc lượn tròn (bán kính mũi dao R = 1 ÷ 2mm). Các lưỡi cắt có thể thẳng hoặc cong và một đầu dao có thể có một hoặc hai lưỡi cắt phụ.

Một dao có thể có nhiều đầu dao nên có rất nhiều lưỡi cắt. Tùy theo số lượng lưỡi cắt chính, người ta chia ra :

- Dao một lưỡi : dao tiện, dao bào,... ;
- Dao hai lưỡi : mũi khoan ;
- Dao nhiều lưỡi : dao phay, dao doa, dao cưa,... ;
- Dao có vô số lưỡi cắt là đá mài, (mỗi hạt mài trên mặt đá có vai trò như một đầu dao tiện).

4.3.2. Các mặt trên vật cắt.

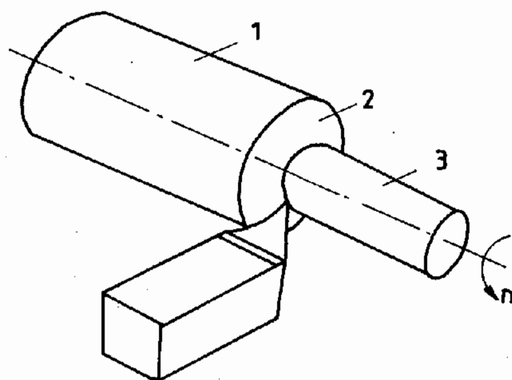
Vật cắt (hay phôi) bao gồm các bề mặt sau đây :

Mặt chưa gia công (mặt đợi gia công) : là mặt của chi tiết chưa được gia công đến.

Mặt đã gia công : là mặt đã được hớt bỏ đi một lớp kim loại.

Mặt đang gia công : là bề mặt của phôi tiếp xúc với dao - cũng là mặt nối tiếp giữa mặt đã gia công và mặt chưa gia công.

Như vậy, có thể mặt đã gia công của lượt cắt trước là mặt chưa gia công của lượt cắt tiếp theo.

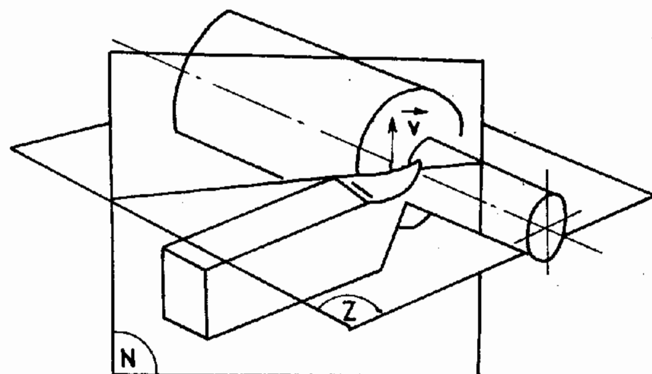


1– Mặt chưa gia công
2– Mặt đang gia công
3– Mặt đã gia công
***Hình 4.16** Các mặt trên vật cắt.*

4.3.3. Các mặt phẳng tọa độ

Để xác định các góc độ của dao và khảo sát về lực cắt, vận tốc cắt, nhiệt cắt,... người ta quy định các mặt phẳng tọa độ của dao (dao tiện).

Mặt cắt (N) : là mặt phẳng đi qua một điểm của lưỡi cắt chính và tiếp xúc với mặt đang gia công. Mặt cắt chứa véctơ vận tốc cắc ($\vec{V}$).



***Hình 4.17** Các mặt phẳng tọa độ.*

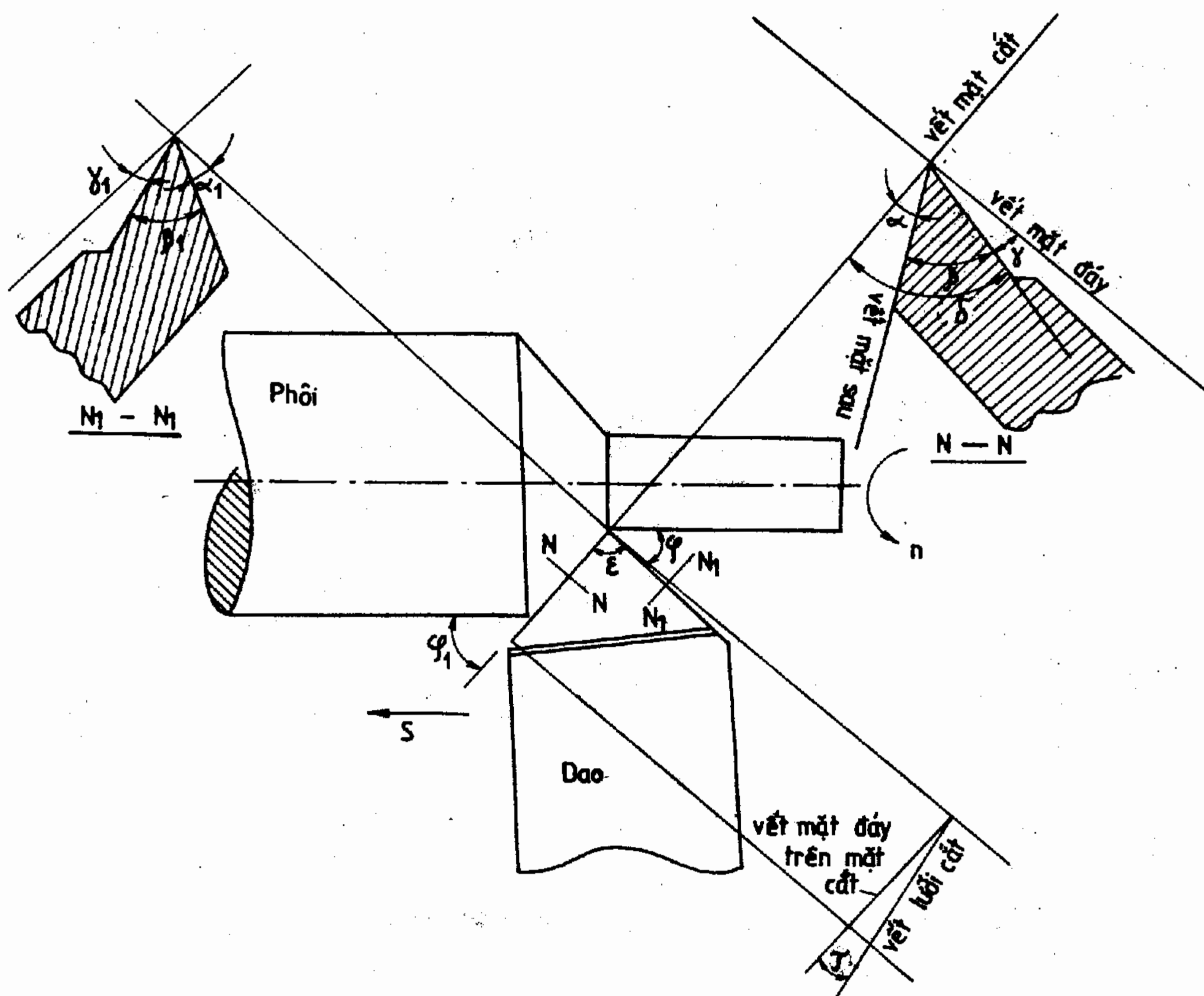
Mặt đáy (Z) : là mặt phẳng đi qua một điểm của lưỡi cắt chính và vuông góc với véctơ vận tốc cắt tại điểm đó (Hình 4.17).

Đối với dao tiện có thân dao hình lăng trụ thì mặt đáy song song với mặt tỳ của thân dao trên giá dao.

Tiết diện chính N- N : là mặt phẳng đi qua một điểm của lưỡi cắt chính và vuông góc với hình chiếu của lưỡi cắt chính trên mặt đáy (Hình 4.18).

Tiết diện phụ N_1 - N_1 : là mặt phẳng đi qua một điểm của lưỡi cắt phụ và vuông góc với hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt đáy.

4.3.4. Thông số hình học của dao cắt.



Hình 4.18 Góc độ của dao tiện

Để đảm bảo năng suất - chất lượng bề mặt gia công, dao cắt cần phải có hình dáng và góc độ hợp lí.

Thông số hình học của dao được xét ở trạng thái tĩnh (khi dao chưa làm việc) và ở trạng thái động (khi dao đang cắt).

Góc độ của dao được xét ở trạng thái tĩnh trên cơ sở : một dao tiện đầu thẳng, đặt vuông góc với phương chạy dao, mũi dao được gá ngang tâm phôi (tâm trục chính của máy). Cụ thể các góc độ của dao như sau :

- Góc trước γ (tại một điểm) : là góc tạo thành giữa mặt trước và mặt đáy đo trong tiết diện chính.

Góc trước có giá trị dương khi mặt trước thấp hơn mặt đáy, có giá trị âm khi mặt trước cao hơn mặt đáy và bằng không khi mặt trước song song với mặt đáy.

Khi góc trước lớn biến dạng phoi nhỏ, phoi dễ thoát, lực cắt và công tiêu hao giảm, năng suất cắt được nâng cao.

- Góc sau α (tại một điểm) : là góc tạo thành giữa mặt sau và mặt cắt đo trong tiết diện chính.

Góc sau thường có giá trị dương. Góc sau càng lớn mặt sau của dao ít cà vào bề mặt gia công nên chất lượng bề mặt chi tiết gia công tốt.

- Góc cắt δ (tại một điểm) : là góc tạo thành giữa mặt trước và mặt cắt đo trong tiết diện chính.

- Góc sắc β (tại một điểm) : là góc kẹp giữa mặt trước và mặt sau, đo trong tiết diện chính.

Ta có quan hệ : $\alpha + \beta + \gamma = 90^o$; $\delta = \alpha + \beta$.

- Góc trước phụ γ_1 : tương tự như góc trước γ, nhưng đo trong tiết diện phụ (N_1 - N_1).

- Góc sau phụ α_1 : tương tự như góc sau α, nhưng đo trong tiết diện phụ.

- Góc mũi dao ε : là góc hợp bởi hình chiếu lưỡi cắt chính và hình chiếu lưỡi cắt phụ trên mặt đáy.

- Góc nghiêng chính φ (tại một điểm) : là góc của hình chiếu lưỡi cắt chính và phương chạy dao đo trên mặt đáy.

- Góc nghiêng phụ φ_1 : là góc của hình chiếu lưỡi cắt phụ và phương chạy dao đo trên mặt đáy.

Ta có : $\varphi + \varepsilon + \varphi_1 = 180^o$.

- Góc nâng của lưỡi cắt chính λ (tại một điểm) : là góc tạo bởi lưỡi cắt chính và hình chiếu của nó trên mặt đáy.

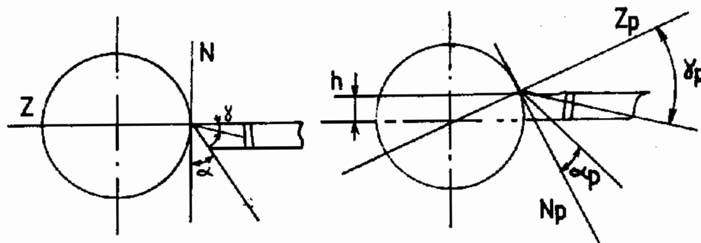
λ có giá trị dương, khi mũi dao là điểm thấp nhất của lưỡi cắt.

λ có giá trị âm, khi mũi dao là điểm cao nhất của lưỡi cắt ;

$\lambda = 0$, khi lưỡi cắt nằm ngang (// với mặt đáy).

Các định nghĩa trên đây cũng đúng cho tất cả các loại dao khác.

Góc độ của dao ở trạng thái động phụ thuộc vào vị trí tương đối giữa dao và chi tiết gia công. Ví dụ như trường hợp tiện ngoài khi dao được gá cao hơn tâm trục. Các góc γ_p, α_p sẽ thay đổi về cả vị trí xác định và giá trị so với khi dao gá ngang tâm (Hình 4.19)



Hình 4.19

4.3.5. Vật liệu làm dao cắt(*)

* Yêu cầu của vật liệu làm dao :

+ Độ cứng cao : dao phải có độ cứng cao hơn độ cứng của vật liệu gia công.

Đối với vật liệu gia công là thép cácbon, gang, kim loại - hợp kim mầu,... độ cứng của dao khoảng 60 ÷ 65 HRC.

+ Tính chịu nhiệt cao : vật liệu làm dao phải bảo toàn được tính chất cơ-lí ở nhiệt độ cao trong thời gian dài.

Đây là tính năng quan trọng nhất của vật liệu làm dao vì : khi cắt kim loại bị biến dạng lớn, mặt khác do ma sát của dao với phôi - phoi,... nên nhiệt độ tại vùng cắt rất cao. Nếu không có tính chịu nhiệt tốt dao sẽ chóng bị hỏng,... và không cắt được.

+ Độ chịu mòn cao : vật liệu làm dao phải có khả năng chống lại sự mài mòn (do khi làm việc dao luôn tiếp xúc với phoi và vật cắt). Có như vậy mới bảo đảm được tuổi bền, tuổi thọ và độ chính xác của dao trong quá trình gia công.

+ Sức bền và độ dẻo cao : khi cắt dao chịu va đập, chịu áp lực lớn nên nó dễ bị mẻ, vỡ, gẫy... Vì vậy vật liệu dao cần có sức bền và độ dẻo cao để chống lại các tác động phá hoại trên.

+ Tính công nghệ tốt : vật liệu làm dao phải dễ chế tạo thành hình dáng và độ chính xác thích hợp, nghĩa là nó phải dễ rèn dập, cắt gọt, nhiệt luyện,... đạt yêu cầu sử dụng.

+ Giá thành rẻ : vật liệu dao phải dễ kiếm và có giá cả phù hợp để giảm giá thành chế tạo dao.

* Các loại vật liệu làm dao :

+ Thép cácbon dụng cụ : có hàm lượng Cácbon cao (0,7 ÷ 1,32) được ký hiệu Y7(Y7A) ÷ Y13 (Y13A).

Đặc điểm của dao cắt làm bằng thép cácbon dụng cụ :

- Đạt độ cứng 60 ÷ 65 HRC sau khi tôi ở nhiệt độ 750° ÷ 840°C (làm nguội trong nước hoặc dầu) và ram thấp ở 180° ÷ 200°C ;

- Dễ mài sắc và cho độ bóng bề mặt lưỡi cắt cao ;

(*) : Ký hiệu vật liệu làm dao theo ГОСТ (Liên Xô cũ).

- Dễ tạo thành dao có hình thù phức tạp ;

- Độ chịu nhiệt thấp (< 200°C), khi cắt ở nhiệt độ 200°C ÷ 250°C thì độ cứng dao giảm nhanh ;

- Độ chịu mòn kém ;

- Rẻ, dễ kiếm.

Thép cácbon dụng cụ thích hợp cho các loại dao có kích thước nhỏ, dùng cắt vật liệu mềm với vận tốc cắt thấp. Ví dụ : thép Y7(Y7A) ; Y8(Y8A) làm đồ nguội như đục, bào, cưa, dũa,... ; Y10(Y10A) ÷ Y12(Y12A) dùng làm dao tiện, dao bào, mũi khoan, tarô, bàn ren.

+Thép hợp kim dụng cụ : để tăng cường tính cắt gọt của thép người ta pha vào thành phần của nó một số nguyên tố hợp kim như Crôm, Wolfram, Vanađi, Silic,...

- Crôm làm tăng độ thấm tôi, độ cứng ;

- Wolfram tăng độ chịu mòn và tính cứng nóng ;

- Vanađi làm tăng độ cứng ;

- Silic tăng độ cứng và cứng nóng.

Dụng cụ cắt làm bằng thép hợp kim dụng cụ sau khi tôi ở nhiệt độ 820 ÷ 830°C (làm nguội trong dầu) và ram thấp ở 150° ÷ 200°C đạt độ cứng 62 ÷ 65 HRC. Tuy độ cứng thép hợp kim dụng cụ không cao hơn thép cácbon dụng cụ nhưng nó có tính chịu nhiệt và độ bền nhiệt cao hơn. Dao bằng thép hợp kim dụng cụ có thể cắt ở nhiệt độ 350° ÷ 400°C và vận tốc cắt 15 ÷ 20m/ph. Các loại thép hợp kim dụng cụ thông dụng như 9XC, ШX15,... dùng làm các loại dao chuốt, doa, tarô, bàn ren và khuôn dập.

+Thép gió (thép cao tốc) : là thép hợp kim chuyên dùng để cắt gọt. Trong thành phần thép gió có hàm lượng hợp kim lớn đặc biệt là các nguyên tố Wolfram, Crôm, Vanađi. Dao thép gió sau khi nhiệt luyện theo một quy trình đặc biệt (tôi ở nhiệt độ 1260° ÷ 1280°C làm nguội trong gió và ram cao 3 lần ở nhiệt độ 560° ÷ 600°C) đạt độ cứng 62 ÷ 65 HRC.

Dao thép gió có độ chịu mòn - chịu nhiệt cao, có thể cắt ở nhiệt độ 560° ÷ 600°C với vận tốc cắt 50m/ph.

Bảng 4.3. Thành phần hóa học và độ cứng thép gió P9, P18.

Thép	Thành phần hóa học%				Độ cứng	
	C	W	Cr	V	Sau khi ủ (HB)	Sau tôi, ram (HRC)
P9	0,85 ÷ 0,95	8,5 ÷ 10	3,8 ÷ 4,4	2,0 ÷ 2,6	207 ÷ 255	> 62
P18	0,7 ÷ 0,8	17,5 ÷ 19	3,8 ÷ 4,4	1,0 ÷ 1,4	207 ÷ 255	> 62

Thép P9 có độ hạt mịn, dễ biến dạng ở trạng thái nóng khi làm dao thì khó nhiệt luyện, khó mài nhưng nó bền và rẻ hơn thép P18. Thép P9 thích hợp với các loại dao có hình dáng đơn giản như dao tiện, dao bào,...

Thép P18 nhiệt luyện, dễ mài sắc và chịu mòn nguội tốt hơn thép P9 nên nó được dùng làm các loại dao nhỏ có hình dáng phức tạp như dao chuốt, dao phay định hình, tarô,...

+Hợp kim cứng : được tạo bằng phương pháp luyện kim bột từ các hạt các bít kim loại nghiền nhỏ trộn với bột Côban được ép thành hình thù nhất định và thiêu kết ở nhiệt độ nóng chảy của Côban (1900°C) thành các mảnh dao. Các mảnh này đem hàn hoặc ghép với thân dao thành các con dao hợp kim cứng (dao hợp kim).

Đặc điểm của dao hợp kim cứng :

- Có độ cứng cao : 87 ÷ 92 HRC ;
- Có thể cắt các loại thép cứng, thép đã tôi ;
- Độ chịu nhiệt cao (> 1000°C), cho phép tăng tốc độ cắt gấp 2 ÷ 3 lần so với thép gió (≥ 100 m/ph).

Có thể phân biệt hợp kim cứng theo ba nhóm chính :

Nhóm một các bít (nhóm BK : các bít Wolfram +Côban) : BK2, BK3, BK4, BK6, BK8, BK10... Nhóm BK có độ dẻo vừa, chịu va đập tốt, chịu nhiệt kém. Nó thích hợp làm các loại dao gia công gang, thép cứng, thép tôi, thép không rỉ và vật liệu phi kim loại.

Nhóm hai các bít (nhóm TK : các bít Wolfram +các bít Titan +Côban) : T15K10, T15K6, T60K6,.. Nhóm TK có độ cứng, độ chịu mòn, độ chịu nhiệt cao, nhưng độ dẻo và sức bền uốn thấp nên nó thích hợp làm dao cắt thép.

Nhóm ba các bít (nhóm TTK : các bít Wolfram +các bít Titan +các bít Tan tan +Cô ban) : TT7K12, TT7K15, TT20K9,...

Hiện nay hợp kim cứng là một trong những vật liệu dao chính và được sử dụng rất rộng rãi.

+Vật liệu sứ : có thành phần chủ yếu là Ôxyt nhôm "Al_2O_3" (đất sét trắng) được ép và thiêu kết thành sứ (gốm).

Đặc điểm vật liệu sứ :

- Độ cứng cao : 89 ÷ 96 HRC ;
- Độ chịu nhiệt cao (1200°C) ;
- Độ bền uốn kém, không chịu được va đập mạnh.

Dao gắn mảnh sứ có thể cắt với tốc độ cao (2000m/ph) và lượng chạy dao (0,1 ÷ 0,3 mm/vg). Các loại dao gắn sứ là dao tiện, dao phay mặt đầu, mũi khoan, mũi khoét, mũi doa và đá mài.

+Kim cương : là vật liệu được coi là có độ cứng tuyệt đối trong tất cả những khoáng chất đã biết nhưng nó rất hiếm và đắt.

Ngoài kim cương tự nhiên một số nước đã chế tạo được kim cương bằng cách ép Cácbon dưới áp suất và nhiệt độ cao.

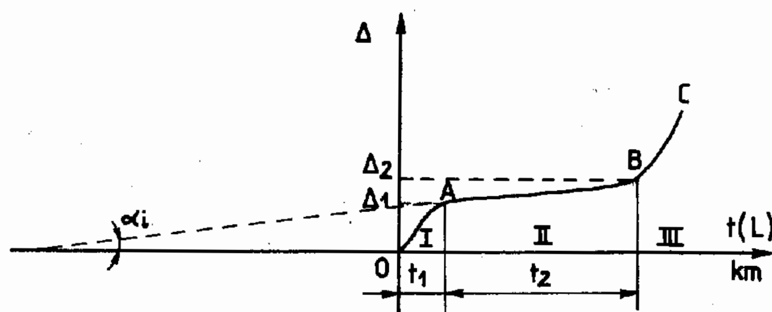
Với ưu điểm về độ cứng, độ chịu mòn cao, hệ số ma sát khi cắt nhỏ,... nên kim cương rất thích hợp làm dao gia công vật liệu cứng, dao gia công tinh sau nhiệt luyện.

4.3.6. Sự mài mòn của dao.

* Quá trình mài mòn của dao.

Dao bị mài mòn ảnh hưởng đến độ chính xác và chất lượng bề mặt chi tiết gia công vì sai số do mòn thường lớn hơn sai số chế tạo dao. Mặt khác khi dao bị mài mòn sẽ cùn tù làm điều kiện cắt gọt xấu đi, lực cắt tăng, sinh nhiệt lớn ... gây ra nhiều tác hại khác.

Lượng mòn của dao (Δ) có quan hệ với thời gian làm việc của dao (chiều dài cắt). Quan hệ này được biểu diễn bằng biểu đồ lượng mòn Δ(t).



Hình 4.20 Biểu đồ lượng mòn của dao

Trên biểu đồ Δ(t) có ba giai đoạn :

- Giai đoạn I (OA) : mài mòn ban đầu, chủ yếu là san phẳng các nhấp nhô trên bề mặt dao.
- Giai đoạn II (AB) : mài mòn bình thường, lượng mòn ổn định và tăng chậm.
- Giai đoạn III (BC) : mài mòn khốc liệt - dưới áp lực lớn, nhiệt độ cao làm tổ chức kim loại dao thay đổi,độ cứng giảm nên khả năng mài mòn tăng nhanh và nếu dao tiếp tục làm việc thì nó sẽ bị phá hủy.

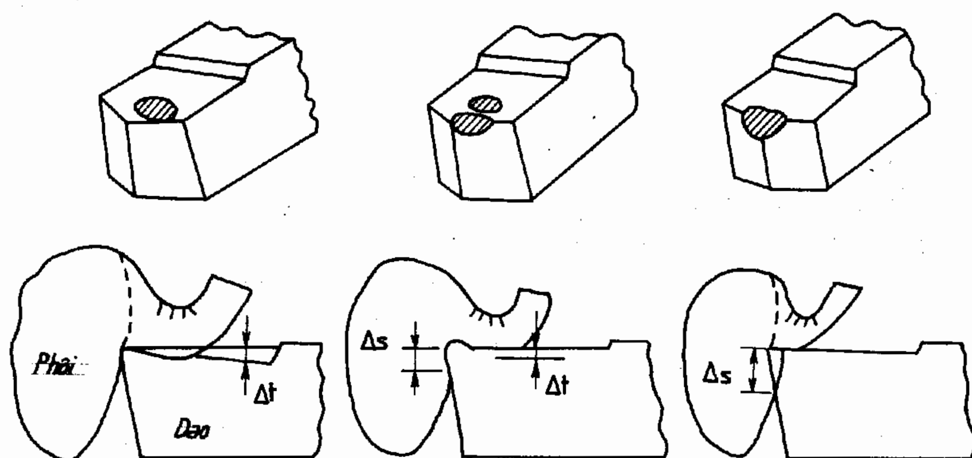
Thường là hết giai đoạn II ta phải mài lại dao.

* Các dạng mài mòn của dao

+Mài mòn mặt trước : xảy ra khi dao cắt vật liệu dẻo với vận tốc cắt lớn, chiều dày cắt đáng kể (a > 5 mm)\ lẹo dao sinh ra làm mặt sau dao cách xa phôi thêm còn mặt trước bị ma sát nhiều nên bị vẹt lõm xuống.

+Mài mòn mặt sau : xảy ra khi dao cắt vật liệu giòn với vận tốc nhỏ, chiều dày cắt nhỏ (a < 0,1 mm) thì mặt sau dao tiếp xúc nhiều với phôi nên nó bị mòn nhiều hơn. Còn mặt trước của dao chỉ có một lớp phoi mỏng tiếp xúc nên áp lực rất nhỏ nên ít bị mòn hơn.

+Mài mòn đồng thời mặt trước và mặt sau : trường hợp phoi cắt có chiều dày trung bình (0,1 ≤ a ≤ 0,5), vật liệu gia công ít dẻo, dao sẽ đồng thời bị mòn cả mặt trước lẫn mặt sau.



Mài mòn mặt trước *Mài mòn hai mặt* *Mài mòn mặt sau*

***Hình 4.21** Sự mài mòn của dao*

+Lưỡi cắt bị cùn - tù : xảy ra khi gia công các vật liệu dẻo dẫn nhiệt kém, lưỡi cắt bị mòn trở nên cùn - tù.

* Tiêu chuẩn mài mòn của dao

Mục đích đặt ra của tiêu chuẩn là xác định đúng thời điểm mài dao để ngăn sự thay đổi xấu đi của điều kiện cắt gọt và với tiêu chuẩn đó không làm mất quá nhiều thời gian mài một con dao.

Hiện nay có hai tiêu chuẩn :

Tiêu chuẩn mài mòn hợp lí : là tiêu chuẩn mài mòn quy định theo thời gian làm việc lớn nhất và có lợi nhất (Δ_{hl}).

Tiêu chuẩn mài mòn công nghệ : là tiêu chuẩn quy định theo yêu cầu công nghệ. Ví dụ yêu cầu về độ chính xác, độ bóng bề mặt chi tiết gia công (Δ_{cn}) ; $\Delta_{cn} < \Delta_{hl}$.

* Độ chịu mòn, tuổi bền, tuổi thọ của dao.

+Độ chịu mòn : là tỉ số công tiêu tốn để tách ra một khối lượng kim loại nào đó khỏi bề mặt dao.

Trong thực tế sản xuất việc xác định lượng kim loại bị mòn không thuận tiện, nên ta thường dùng đại lượng thời gian làm việc ứng với tốc độ mòn nào đó.

+Tuổi bền của dao (T)[**] : là thời gian dao làm việc giữa hai lần mài của dao.

Tuổi bền của dao phụ thuộc vào nhiều yếu tố : vật liệu làm dao, thông số hình học của dao, vật liệu gia công, vận tốc cắt, lượt mài thứ mấy và chất lượng lượt mài trước đó...

- Dao tiện thường (ở điều kiện bình thường) : T = 60' ;
- Dao tiện ren, dao tiện định hình, dao bào : T = 120'.

+Tuổi thọ của dao (T_o) : là thời gian làm việc của dao tính từ đầu cho tới khi hỏng.

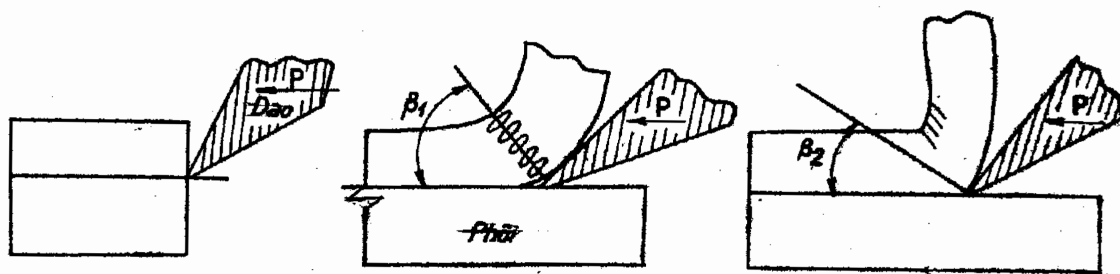
Tuổi thọ của dao là tổng của các tuổi bền : $T_o = \sum_{i=1}^{n} T_i$; n là tổng số lần mài dao cho tới khi không mài được nữa.

4.4. PHOI CẮT

4.4.1. Quá trình hình thành phoi cắt

Khi cắt, lưỡi cắt của dao tác dụng vào kim loại một lực (lực cắt) nó gây ra một sự thay đổi cơ lí tại vùng cắt của vật liệu.

- Đầu tiên dưới tác dụng của lực P kim loại bị nén và biến dạng đàn hồi (Hình 4.22)



Hình 4.22

- Dao tiến sâu vào (lực P càng lớn) gây nên ứng suất bên trong kim loại lớn hơn giới hạn đàn hồi → kim loại bắt đầu bị biến dạng dẻo (các phần tử bên trong kim loại bắt đầu bị trượt theo mặt trượt và phương trượt).

Do biến dạng các tinh thể trên phương này bị kéo dài thành hình ellip (góc của mặt trượt so với phương lực cắt là β_1).

- Khi dao tiếp tục tiến thêm → áp lực gia tăng làm ứng suất tăng vượt quá giới hạn bền kim loại bị biến dạng lớn và bắt đầu bị phá hủy.

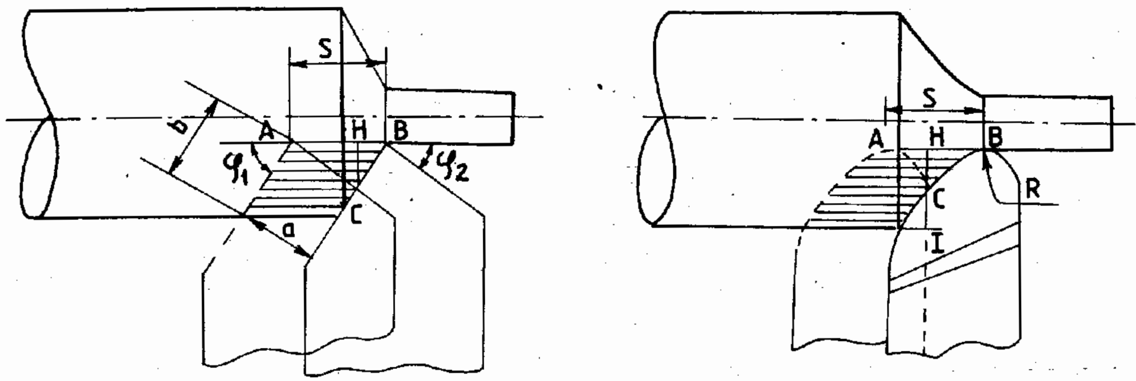
Trên phần kim loại của phôi ở mặt trước dao xuất hiện các vết nứt theo góc phá hủy β_2 ($\beta_2 \neq \beta_1$).

- Khi dao tiếp tục tiến, phoi bị cắt sẽ trượt trên mặt trước của dao, còn dao tiếp tục ép lên các lớp kim loại tiếp theo.

4.4.2. Các thông số của phoi cắt

* Chiều dày cắt a : là khoảng cách giữa hai vị trí liên tiếp của lưỡi cắt sau một vòng quay của phôi hay một hành trình kép của dao (bàn máy) đo theo phương thẳng góc với chiều rộng cắt.

(**) T_{kt} : tuổi bền kinh tế – đảm bảo chỉ tiêu kĩ thuật của dao một cách kinh tế nhất.



Hình 4.23 Thông số phoi cắt.

* Chiều rộng cắt b : là khoảng cách giữa hai bề mặt chưa gia công và bề mặt đã gia công đo dọc theo lưỡi cắt (tính bằng mm).

Nếu lưỡi cắt thẳng thì b là chiều dài phần lưỡi đang tham gia cắt, còn nếu lưỡi cắt cong chiều rộng cắt b là chiều dài cung cong của lưỡi cắt đang tham gia cắt.

Thông số hình học của phoi có ảnh hưởng đến lực cắt và nhiệt cắt. Khi tăng a thì lực cắt và nhiệt cắt tăng, dao bị mòn nhanh còn khi tăng b thì lực cắt và nhiệt cắt trên đơn vị dài của lưỡi cắt không thay đổi.

Trường hợp tiện (dao gá ngang tâm phôi, dao có : $\gamma = 0$; $\lambda = 0$) : $b = \dfrac{t}{\sin\varphi}$; $a = S\sin\varphi$; Nếu $\gamma \neq 0$ thì : $a = S\dfrac{\sin\varphi}{\cos\gamma}$.

Như vậy, (nếu : t = const ; S = const ; φ càng nhỏ) a sẽ nhỏ, b sẽ lớn - phoi sẽ mỏng và dài.

* Diện tích cắt : là tích số giữa chiều rộng và chiều dày cắt. Ví dụ khi tiện (dao gá ngang tâm phôi, dao có : $\gamma = 0$; $\lambda = 0$) :

+Diện tích cắt danh nghĩa : $F_{dn} = a.b = t.S$, $(mm)^2$

+Diện tích thực tế : $F = F_{dn} - \Delta F$; ΔF - diện tích nhấp nhô mà dao không cắt hết. Được tính :

- Khi lưỡi cắt thẳng :

$$\Delta F = F.\Delta\,(ABC) = \frac{1}{2} AB \times CH;\ AB = S = CH \times (\text{cotg}\varphi + \text{cotg}\varphi_1)$$

$$CH = S/\text{cotg}\varphi + \text{cotg}\varphi_1 \rightarrow \Delta F = \frac{1}{2}\,\frac{S^2}{\text{cotg}\varphi + \text{cotg}\varphi_1}$$

- Khi lưỡi cắt cong : $AB = S$; $CH = HI - CI = R - \sqrt{R^2 - \dfrac{S^2}{4}} \rightarrow$

$$(CH - R)^2 = R^2 - \frac{S^2}{4}$$

$$(CH)^2 - 2CH \times R + R^2 = R^2 - S^2/4$$

Bỏ qua vô cùng bé $(CH)^2$: $CH \approx \frac{S^2}{8R}$; lắp ghép như trên :

$$\Delta F = \frac{1}{2} AB \times CH \approx \frac{S^3}{16R}$$

Có thể nhận thấy : $CH = R_z$ - Chiều cao nhấp nhô trung bình bề mặt chi tiết gia công (thông số về nhám bề mặt) ; $R_z = f(\varphi, \varphi_1, R, S.)$

Nếu tăng : φ, φ_1, S thì R_Z tăng (độ bóng bề mặt gia công giảm) và nếu R tăng thì nhấp nhô bề mặt giảm (độ bóng sẽ tăng).

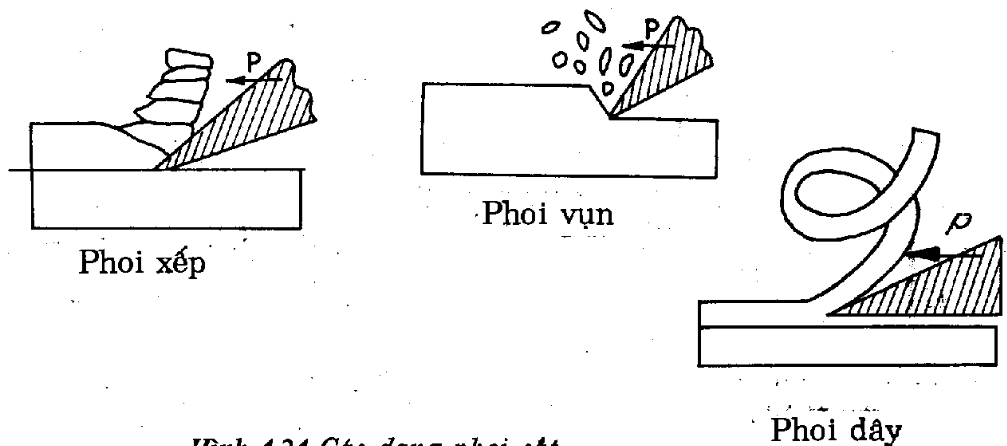
4.4.3. Các loại phoi cắt

Các nhà công nghệ có thể căn cứ vào sự hình thành phoi cắt mà đánh giá được các thông số của dụng cụ cắt, các yếu tố của chế độ cắt đã hợp lí hay chưa, mức độ tiêu hao năng lượng nhiều hay ít, chất lượng bề mặt gia công có đảm bảo không,...

Có các dạng phoi cắt sau đây :

* Phoi vụn : phoi cắt ra là những hạt nhỏ rời rạc có hình dạng kích thước khác nhau. Phoi vụn thường gặp khi gia công vật liệu giòn hay cắt với vận tốc thấp.

Sự hình thành phoi không liên tục (phoi vụn) làm lực cắt thay đổi gây ra va đập, rung động,... chất lượng bề mặt xấu đi, lực và nhiệt cắt chỉ tập trung ở mũi dao.



Hình 4.24 Các dạng phoi cắt

* Phoi xếp : mặt phoi tiếp xúc với mặt trước của dao thì nhẵn bóng mặt đối diện với nó có những nếp gợn (nứt nẻ), phoi bị dứt ra thành từng mảnh hoặc từng đoạn ngắn.

Dạng phoi này thường xuất hiện khi cắt các vật liệu dẻo vừa, (vận tốc cắt, lượng chạy dao trung bình và dao có góc trước γ lớn).

Khi cắt ra phoi xếp thì bề mặt gia công nhẵn bóng hơn.

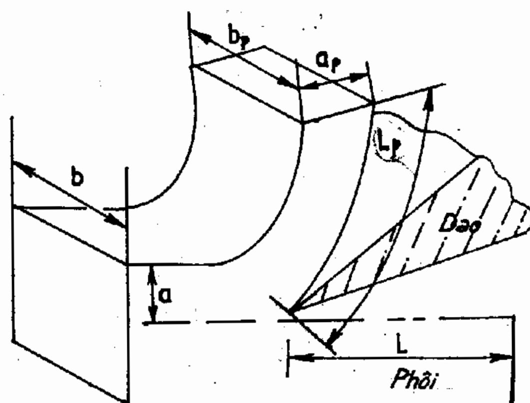
* Phoi dây : thường gặp khi cắt các vật liệu dẻo hoặc khi cắt với vận tốc cao, góc độ mài dao hợp lí. Phoi có dạng dây dài - xoắn (mặt phoi tiếp xúc với mặt trước của dao nhẵn bóng, mặt còn lại gợn nứt). Phoi dây vẫn còn khả năng biến dạng dẻo.

Do có phoi dây mà lực cắt thay đổi rất ít, tiêu hao năng lượng giảm, chất lượng bề mặt gia công tốt.

Cần chú ý rằng ngay cùng một loại vật liệu gia công nhưng tùy theo điều kiện cắt gọt, thông số hình học dao, chế độ cắt,... có thể cho ta phoi vụn, phoi xếp hoặc phoi dây. Vì vậy từ chỗ quan sát phoi khi cắt người thợ có thể phán đoán nguyên nhân để có những điều chỉnh kịp thời.

4.4.4. Sự co rút phoi

Sự co rút phoi là đặc tính tiêu biểu nói lên mức độ biến dạng về lượng của kim loại khi cắt gọt. Từ nghiên cứu về sự co rút phoi trên phương diện thể tích có thể nhận biết được việc cắt diễn ra khó hay dễ, năng lượng tiêu hao nhiều hay ít.



Hình 4.25 Co rút phoi

Gọi a, b, L là kích thước cần cắt ; a_p, b_p, L_p là kích thước phoi, thì :

$$L > L_p$$
$$a_p > a$$
$$b_p = b$$

Hệ số co rút phoi theo :

- Chiều dài : $K_L = \frac{L}{L_p} > 1$

- Chiều dày : $K_a = \frac{a_p}{a} > 1$

Theo định luật bảo toàn thể tích : $abL = a_p b_p L_p$;

Ta có : $\frac{L}{L_p} = \frac{a_p}{a}$ hay : $K_L = K_a$.

4.5. CƠ SỞ VẬT LÍ CỦA QUÁ TRÌNH CẮT GỌT.

4.5.1. Hiện tượng lẹo dao(***)

* Hiện tượng : khi cắt kim loại ở một khoảng tốc độ nào đó, trên mặt trước của dao xuất hiện một khối kim loại có độ cứng khá lớn, có tổ chức và tính chất khác biệt với vật liệu chi tiết gia công, vật liệu làm dao. Khối kim loại này lúc to, lúc nhỏ khác nhau... nó xuất hiện và biến mất hàng chục lần trong một giây. Đó là hiện tượng lẹo dao (Hình 4.26b).

* Nguyên nhân

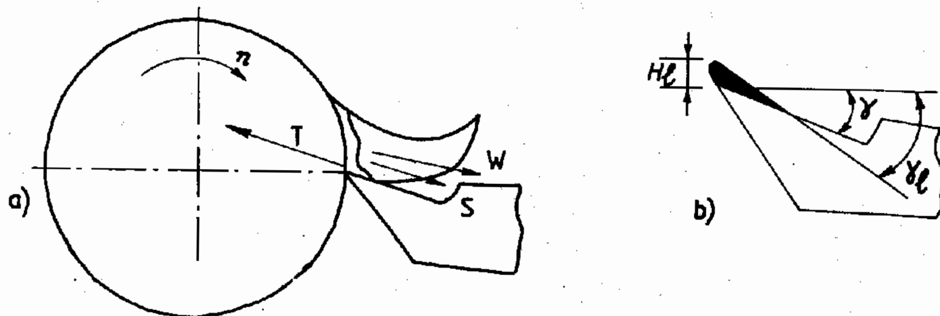
Tại vùng vật liệu phoi tiếp xúc với mặt trước của dao đồng thời chịu tác dụng của ba lực :

$\vec{T}$ - Lực ma sát giữa phoi với mặt trước của dao ;

$\vec{S}$ - Lực liên kết giữa các lớp kim loại thuộc phoi ;

$\vec{W}$ - Lực thoát phoi.

Ở nhiệt độ thấp lực liên kết S (nội ma sát) còn lớn, khi nhiệt độ tăng lên lực S giảm dần nên : T > S + W và kim loại thuộc lớp tiếp xúc tách khỏi phoi nằm lại trên mặt trước của dao tạo thành lẹo dao (Hình 4.26a)



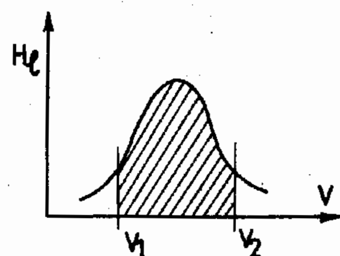
Hình 4.26

Khi nhiệt độ cao hơn nữa, lớp kim loại gần đến trạng thái chảy làm cả nội ma sát (S) và ngoại ma sát (T) đều giảm nhưng T giảm nhanh hơn S nên lẹo dao không được hình thành, còn lẹo dao trước đó bị nung chảy rồi bị lực của dòng phoi cuốn đi.

Lẹo dao có tác dụng tích cực là bảo vệ lưỡi cắt khỏi bị mòn nhanh, làm tăng góc trước ($\gamma_{ld} > \gamma$) giảm được lực cắt. Tuy nhiên lẹo dao làm lưỡi cắt "cùn - tù" và sự hình thành biến mất của nó nhiều lần sẽ gây ra rung động trong quá trình cắt làm giảm độ bóng,độ chính xác gia công. Do đó ta cần phải tránh xảy ra lẹo dao trong quá trình gia công.

* Những nhân tố ảnh hưởng đến lẹo dao

+ Tốc độ cắt : từ thực nghiệm với một số điều kiện nhất định cho thấy lẹo dao chỉ hình thành trong phạm vi tốc độ cắt từ V_1 đến V_2.



Hình 4.27 Vùng tốc độ hình thành lẹo dao

+ Vật liệu gia công : khi gia công vật liệu giòn phoi dễ phá hủy và dứt ra sớm nên khó hình thành lẹo dao.

Lẹo dao thường hình thành khi gia công vật liệu dẻo. Tính dẻo của vật liệu khác nhau thì khoảng tốc độ để xảy ra hiện tượng lẹo dao (V_1, V_2) và chiều cao lẹo dao (H_l) cũng khác nhau.

+ Góc trước của dao (γ) : góc trước của dao nhỏ, phoi biến động nhiều hơn nên tần số hình thành và biến mất của lẹo dao thấp, chiều cao lẹo dao lớn.

+ Ảnh hưởng của chiều dày cắt (a) : khi chiều dày cắt lớn nhiệt sinh ra lớn, tần số hình thành và biến mất của lẹo dao lớn.

(***) Theo U-tra-sép : Kim loại phoi tại vùng cắt có hiện tượng bò (biến dạng dẻo xảy ra dần dần, từ từ) nên dưới áp lực lớn và tác dụng của ma sát phoi với mặt trước của dao mà tạo thành lẹo dao.

4.5.2. Hiện tượng cứng nguội

Trong quá trình gia công dưới tác dụng của lực cắt, trên lớp bề mặt chi tiết gia công xảy ra biến dạng dẻo → các hạt tinh thể bị kéo lệch mạng và giữa chúng sinh ra ứng suất. Tác dụng này làm tăng thể tích riêng và làm giảm mật độ kim loại → "độ cứng, độ giòn, giới hạn bền tăng lên còn tính dẻo - dai bị giảm, tính dẫn từ thay đổi,... bề mặt kim loại được làm chắc" gọi là hiện tượng cứng nguội.

Đặc trưng của hiện tượng cứng nguội là độ cứng tế vi.

Mức độ biến cứng, chiều sâu lớp biến cứng tỉ lệ với lực tác dụng và mức độ biến dạng dẻo của lớp bề mặt kim loại.

Hiện tượng cứng nguội gây ảnh hưởng xấu, làm giảm độ bóng, độ chính xác và cơ tính tổng hợp của lớp bề mặt chi tiết gây trở ngại cho lần gia công tiếp theo.

Các nhân tố ảnh hưởng đến hiện tượng này gồm :

- Các thông số hình học của dao, các yếu tố của chế độ cắt làm tăng mức độ biến dạng của phôi, phoi thì đều làm tăng độ cứng nguội.
- Mức độ mài mòn của dao tăng thì độ cứng nguội tăng ;
- Bán kính mũi dao tăng, độ cứng nguội cũng tăng lên.

Muốn giảm hiện tượng cứng nguội ta phải lựa chọn chế độ cắt thích hợp, thông số hình học dao hợp lí, kết hợp với sử dụng dung dịch trơn nguội khi cắt.

Đồng thời với hiện tượng làm chắc lớp kim loại bề mặt thì còn tồn tại một quá trình ngược lại là làm cho kim loại suy yếu đi và trở lại tình trạng ban đầu chưa biến cứng. Quá trình này phụ thuộc vào nhiệt độ trong vùng cắt và khi nhiệt độ lớn kéo dài thì kim loại trên bề mặt có thể suy yếu mạnh. Tính chất cuối cùng của lớp bề mặt tùy theo tỉ lệ tác động của hai yếu tố lực và nhiệt tại vùng cắt.

4.5.3. Ứng suất dư trên bề mặt gia công

Ứng suất dư sinh ra trên lớp bề mặt chi tiết gia công được giải thích :

- Khi cắt một lớp mỏng kim loại sẽ tồn tại một trường lực → gây ra biến dạng dẻo không đều ở từng vùng. Khi thôi cắt trường lực mất đi thì biến dạng dẻo làm xuất hiện ứng suất dư.
- Khi lớp kim loại bề mặt bị cứng nguội, thể tích riêng của nó tăng lên, lớp bên trong không bị biến dạng vẫn giữ thể tích riêng bình thường. Dó có sự liên hệ giữa hai lớp nên ở lớp ngoài sinh ra ứng suất dư nén lớp bên trong để cân bằng sẽ sinh ra ứng suất dư kéo.
- Trong vùng cắt, nhiệt cắt nung nóng cục bộ lớp bề mặt làm môđun đàn hồi của nó bị giảm đến tối thiểu. Sau đó bề mặt bề mặt chi tiết nhanh chóng bị nguội đi co lại, nhưng vì có liên hệ với lớp bên trong nên ở lớp ngoài sinh ra ứng suất dư kéo, còn lớp trong để cân bằng sinh ra ứng suất dư nén.
- Khi cắt nhiệt sinh ra làm thay đổi cấu trúc kim loại, kim loại chuyển pha làm thể tích của nó bị thay đổi. Ở lớp kim loại có thể tích riêng lớn sinh ra ứng suất dư nén, ngược lại, lớp nào có cấu trúc thể tích riêng nhỏ sẽ sinh ra ứng suất dư kéo.

Tóm lại khi gia công cơ trên bề mặt chi tiết sinh ra ứng suất dư - trị số, dấu và chiều sâu phân bố của nó phụ thuộc vào phương pháp gia công, vào chế độ cắt gọt.

Ứng suất dư làm giảm chất lượng bề mặt chi tiết gia công, làm giảm khả năng chịu mỏi,... hạn chế đến khả năng sử dụng chi tiết máy sau này. Nếu ứng suất dư lớn quá, sau khi gia công chi tiết bị biến dạng, vỡ, nứt,... không dùng được.

Để giảm ứng suất dư cũng cần phải chọn được chế độ cắt, góc độ dao hợp lí và tưới dung dịch trơn nguội vào vùng cắt.

4.5.4. Nhiệt cắt

Trong quá trình cắt, công tiêu hao được chuyển thành nhiệt năng. Nhiệt sinh ra trong quá trình cắt là một hiện tượng vật lí quan trọng trực tiếp ảnh hưởng đến tính chất cơ lí của vật liệu gia công và độ bền của dao cụ. Nhiệt sinh ra làm giảm năng suất và độ chính xác gia công.

4.5.5. Rung động khi cắt

Hệ thống công nghệ khi cắt luôn chịu sự rung động và gây ra nhiều ảnh hưởng xấu.

Do rung động mà chiều sâu cắt, tiết diện phôi, lực cắt thay đổi theo chu kỳ làm tăng thêm độ nhấp nhô, độ sóng bề mặt. Rung động còn làm dao cắt mòn nhanh, cùn- tù và gây tiếng ồn khó chịu, trường hợp nghiêm trọng là rung động gây cộng hưởng làm hỏng hóc máy móc thiết bị.

Các ảnh hưởng của nhiệt, rung động khi cắt đến độ chính xác gia công được nghiên cứu kĩ trong chương 5.

4.5.6. Dung dịch trơn nguội

Để cải thiện điều kiện cắt gọt, nâng cao năng suất cắt, tăng độ bóng bề mặt gia công,... người ta tưới vào vùng cắt một loại dung dịch trơn nguội. Dung dịch trơn nguội có hai tính năng quan trọng :

- Làm nguội để giảm nhiệt độ vùng cắt, giảm biến dạng nhiệt,...
- Bôi trơn để giảm ma sát, giảm lực cắt để nâng cao hiệu suất động lực.

Yêu cầu đối với dung dịch trơn nguội là phải luôn ổn định có nghĩa là không bị biến chất trong một thời gian dài, mặt khác là không ảnh hưởng tới người đứng máy như gây mùi hôi hoặc ăn mòn da thịt - quần áo,... ; không vón cục hay ngưng tụ làm cản trở cho việc bơm tưới ; không làm gỉ hoặc ăn mòn máy, dao, chi tiết gia công.

Các loại dung dịch trơn nguội thông dụng :

- Khi gia công thô người ta thường dùng dung dịch nước có pha chất chống ăn mòn như : Axít nitơrích loãng, Xút, Êmuxi,...
- Còn khi gia công tinh thường dùng dung dịch chứa các chất hoạt tính như : Axít hữu cơ, Axít béo, Kiềm hữu cơ, Dầu thực vật,...

Để tưới dung dịch trơn nguội vào vùng cắt người ta sử dụng hệ thống bơm kết hợp với vòi phun. Lưu lượng dung dịch trơn nguội được tính toán và điều chỉnh sao cho bảo đảm được hiệu quả làm nguội và bôi trơn vùng cắt.

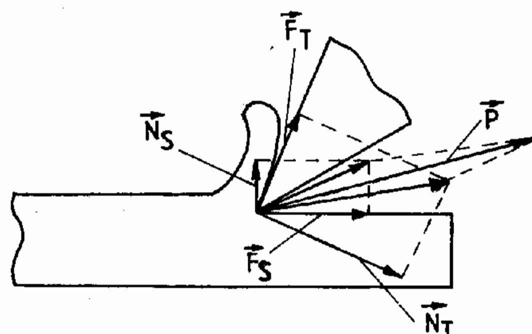
4.5.7. Lực cắt

Lực cắt là lực tác dụng từ dao vào phôi để tách ra phoi tạo nên bề mặt chi tiết gia công.

Như đã phân tích, quá trình hình thành phoi là một quá trình cơ nhiệt phức tạp. Việc nghiên cứu lực cắt là nghiên cứu nguyên nhân sâu sa của sự hình thành phoi. Mặt khác giá trị của lực cắt là thông số để xác định lượng tiêu hao công suất máy, tính sức bền của thân dao, đồ gá,...

* Tổng hợp và phân tích lực cắt

Khi cắt, trên mặt trước của dao xuất hiện lực pháp tuyến N_T và lực tiếp tuyến F_T (lực ma sát giữa dao và phoi). Trên mặt sau của dao xuất hiện lực pháp tuyến N_S và lực tiếp tuyến F_S (lực ma sát giữa dao và phôi). Hợp các lực lại ta được lực cắt P.



Hình 4.28 Tổng hợp lực

Lực cắt phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố và thay đổi trong một phạm vi rộng theo khả năng cắt của máy. Để thuận tiện cho nghiên cứu, ta thiết lập một hệ tọa độ Decarte và phân lực P thành ba lực theo ba phương x, y, z. Ví dụ khi tiện (Hình 4.29) :

$$\vec{P} = \vec{P_x} + \vec{P_y} + \vec{P_z}$$

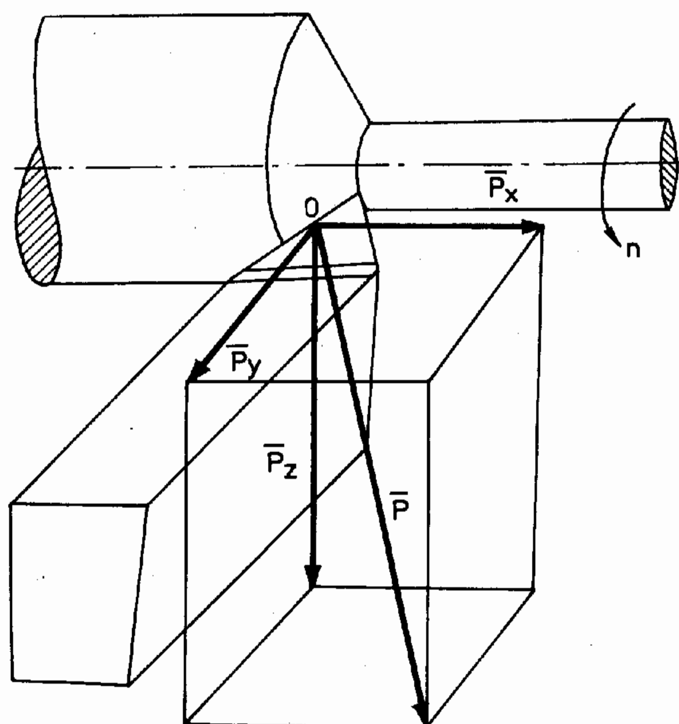
Trong đó :

$\vec{P_x}$ - Lực chiều trục, tác dụng lên cơ cấu chạy dao (còn gọi là lực chạy dao).

$\vec{P_y}$ - Lực hướng kính, gây võng chi tiết gia công, gây rung động trong mặt phẳng ngang xOy. Lực P_y có ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác hình dáng hình học và chất lượng bề mặt chi tiết gia công.

$\vec{P_z}$ - Lực tiếp tuyến, có phương trùng với phương của chuyển động cắt chính. Nó có trị số lớn nhất trong ba thành phần lực phân tích, còn gọi là lực cắt chính.

Lực P_z dùng để tính hoặc kiểm nghiệm về công suất cắt (mômen), tính hoặc kiểm nghiệm sức bền thân dao, mảnh dao.



Hình 4.29 Phân tích lực cắt.

Trong điều kiện gia công tiện bình thường với dao có mũi được gá ngang tâm (với $S < t$; $\varphi = \gamma = 15^o$; $\lambda = 0$). Ta có :

$$P_z : P_y : P_x = 1 : 0,4 : 0,25$$

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} = 1,11\ P_z$$

* Những nhân tố ảnh hưởng đến lực cắt.

Có thể coi lực cắt là một hàm của các yếu tố :

$$P = f(V, t, S, \alpha, \gamma, \lambda, R, \varphi, \varphi_1, ..., \Delta, M, N, O, ...).$$

Ở đây :

V,t,S - Các yếu tố của chế độ cắt ;

$\alpha, \gamma, \lambda, R, \varphi, \varphi_1$... - Các thông số hình học của dao cắt ;

Δ - Lượng mòn của dao ;

O - Dung dịch trơn nguội ;

M- Vật liệu gia công ;

N - Vật liệu làm dao.

* Một số tính toán liên quan đến các thành phần lực cắt.

+Công suất khi tiện :

- Công suất cắt : $N_c = \dfrac{P_z V}{60.1000}$, (KW).

- Công suất chạy dao : $N_{cd} = \dfrac{P_x.n.S}{60.10^6}$, (KW)

Công suất cần thiết để chọn động cơ cho máy gia công :

$$N_{dc} = \frac{N_c + N_{cd}}{\eta}, \text{(KW)}$$

+Mômen cắt của trục chính máy tiện :

$$M_c = P_z \frac{D}{2} \leq [M]_x, \text{(Nmm)}$$

+Độ võng của chi tiết gia công dạng trục khi tiện. (chi tiết được coi như một dầm chịu lực tập trung P_y) :

$$y = \frac{P_y\ l^3}{KEI} \leq [y], \text{(mm)}$$

Trong các công thức trên :

P_x, P_y, P_z tính bằng N ;

V - Vận tốc chuyển động chính (m/ph) ;

n - Số vòng quay trục chính máy (vg/ph)

S - Lượng chạy dao (mm/vg) ;

η - Hiệu suất các khâu truyền động trong máy tính từ động cơ ;

D - Đường kính chi tiết gia công (mm);

$[M]_x$ - Mômen xoắn cho phép trên trục chính (Nmm) ;

l - Chiều dài chi tiết gia công (mm) ;

I - Mômen quán tính tiết diện chính của chi tiết gia công (mm^4) ;

E - Môđun đàn hồi vật liệu gia công (N/mm^2) ;

K - Hệ số phụ thuộc dạng liên kết ;

[y] - Độ võng cho phép của chi tiết (mm).

4.6. NĂNG SUẤT LAO ĐỘNG VÀ GIÁ THÀNH SẢN PHẨM

4.6.1. Năng suất lao động

* Chỉ tiêu về thời gian.

Thời gian trong năng suất lao động là thời gian cần và đủ để hoàn thành một công việc nào đó trong điều kiện sản xuất bình thường có tính đến việc áp dụng các kinh nghiệm gia công tiên tiến cũng như các thành tựu về khoa học kĩ thuật và tổ chức sản xuất.

Thời gian gia công từng chiếc (T_{tc}) : là chỉ tiêu cơ bản trong định mức thời gian (dùng để tính năng suất lao động).

Các yếu tố của chỉ tiêu thời gian bao gồm :

+ T_o - Thời gian gia công cơ bản : là thời gian cần thiết để biến đổi hình dạng, kích thước, tính chất cơ lí của chi tiết gia công.

+ T_p - Thời gian phụ : là thời gian thao tác của người thợ để gá, tháo, đo kiểm chi tiết,... nó được lặp đi lặp lại sau mỗi chi tiết hoặc mỗi nhóm chi tiết gia công.

Nếu ghép T_o và T_p ta có thời gian nguyên công :

$$T_{nc} = T_o + T_p$$

Thời gian nguyên công chiếm tỉ lệ lớn và dùng để xác định kế hoạch thực hiện một nguyên công.

+ T_{pv} - Thời gian phục vụ trông nom cho máy làm việc : có thể phục vụ về mặt kĩ thuật (T_{pvkt}) như đổi dụng cụ, sửa đá, mài dao...; có thể phục vụ về mặt tổ chức (T_{pvtc}) như tra dầu vào máy, vệ sinh máy và chỗ làm việc, giao ca...

$$T_{pv} = T_{pvkt} + T_{pvtc}.$$

+ T_{tn} - Thời gian nghỉ ngơi tự nhiên theo nhu cầu của người thợ.

Thời gian gia công từng chiếc chi tiết bao gồm các yếu tố thời gian trên :

$$T_{tc} = T_o + T_p + T_{pv} + T_{tn}.$$

Khi gia công theo loạt cần có thêm thời gian chuẩn bị để gia công loạt chi tiết như : điều chỉnh máy, dụng cụ cắt, đồ gá, ... và thời gian kết thúc công việc như thu dọn, ... (T_{cbkt}). Thời gian này sẽ giảm xuống khi số chi tiết trong loạt (n) càng lớn, ta có :

$$T_{tc}^{(loạt)} = T_{tc} + \frac{T_{cbkt}}{n}$$

Để định mức thời gian người ta dùng hai phương pháp :

- Chép thực ngày làm việc, ca làm việc ;
- Bấm giờ từng nguyên công ở thời điểm nhất định.

* Chỉ tiêu về năng suất (Q).

Năng suất lao động xác định bằng số lượng sản phẩm được chế tạo ra trong một đơn vị thời gian.

$$Q = \frac{m}{T_{tc}} K$$

hoặc gia công theo loạt :

$$Q = \frac{m}{T_o + T_p + T_{pv} + T_{tn} + \dfrac{T_{cbkt}}{n}} K$$

Trong đó :

m - Thời gian (ngày, ca, giờ, phút...) ;

K - Số máy một công nhân điều khiển.

Cần phân biệt :

- Năng suất của máy là số sản phẩm do máy làm ra trong đơn vị thời gian ;
- Năng suất lao động của người là số sản phẩm do một người hay một nhóm người làm ra trong đơn vị thời gian ;
- Đối với máy vạn năng thì : $Q_{người} = Q_{máy}$, đối với máy tự động thì : $Q_{người} > Q_{máy}$ (vì một người thợ có thể đứng K máy).

* Quan hệ giữa chỉ tiêu thời gian và năng suất.

Nếu chỉ tiêu thời gian giảm x% thì chỉ tiêu năng suất sẽ tăng y%, như vậy :

$$Q = \frac{m}{\left(1 - \dfrac{x}{100}\right) T_{tc}} \rightarrow \text{khi thời gian giảm x\%}$$

$$Q = \frac{m}{T_{tc}} \left(1 + \frac{y}{100}\right) \rightarrow \text{khi năng suất tăng y\%}$$

Do đó : $\dfrac{1}{1 - \dfrac{x}{100}} = 1 + \dfrac{y}{100} \rightarrow y = \dfrac{100x}{100 - x}$

Ví dụ : Khi x = 20% thì $y = \dfrac{100 \times 20}{100 - 20} = 25(\%)$.

4.6.2. Giá thành sản phẩm

Để đánh giá về mặt kinh tế một phương án công nghệ nào đó người ta phải tính giá thành sản phẩm của chi tiết gia công (C).

$$C = V + P + H, \text{ (đồng)}$$

Trong đó :

V - Tiền nguyên vật liệu (trừ đi tiền phế liệu tận dụng lại được);

P - Tiền lương chính của thợ ;

H - Phí tổn cho quản lí phân xưởng (được chia đều cho mỗi chi tiết).

Có thể phân chia giá thành sản phẩm ra hai khu vực A và B :

A - Phí tổn thường xuyên cho mỗi chi tiết như : vật liệu ; khấu hao máy, dụng cụ, đồ gá vạn năng, lương công nhân ;... (A = const) ;

B - Phí tổn cố định chi phí chung cho cả sản lượng X nào đó. Nó gồm lương thợ điều chỉnh máy, đồ gá và thiết bị chuyên dùng, ... Khi X càng lớn thì phí tổn này càng nhỏ (B = const).

Ta có thể lập công thức tính giá thành chi tiết gia công một cách tổng quát :

C = A +B/X và từ đó có giá thành cho cả sản lượng :

$$\mathscr{C} = AX + B \text{ hay } \mathscr{C} = f(X).$$

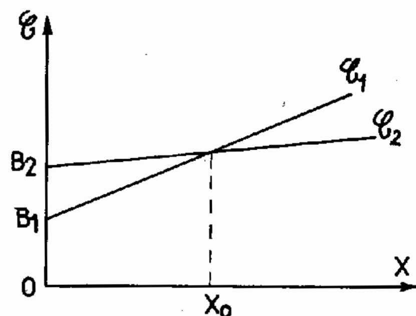
Giả sử có hai phương án công nghệ cho một sản lượng sản phẩm X nào đó : (Hình 4.30) :

$$\mathscr{C}_1 = A_1X + B_1 \text{ và } \mathscr{C}_2 = A_2X + B_2$$

$$A_1 > A_2 \text{ , } B_2 > B_1$$

Khi $\mathscr{C}_1$ cắt $\mathscr{C}_2$, ta có :

$$X = X_o = \frac{B_2 - B_1}{A_1 - A_2}$$



Hình 4.30

Nhận xét :

- Từ đồ thị cho ta biết với $X < X_o$ thì $\mathscr{C}_1 < \mathscr{C}_2$ nên dùng phương án 1 và nếu $X > X_o$ thì $\mathscr{C}_1 > \mathscr{C}_2$ nên dùng phương án 2.

- Với sản lượng X trong khoảng OX_1 nào đó thì $\mathscr{C}_1$ chỉ dùng một lần phí tổn cố định B_1. Nếu sản lượng tăng lên ($X > X_1$) để kịp thời sản xuất khi chưa có phương án công nghệ mới thì có thể dùng hai lần hoặc ba lần phí tổn cố định $2B_1$ hoặc $3B_1$ - ví dụ như phải dùng hai hoặc ba bộ đồ gá chuyên dùng. Khi đó trên đồ thị tại X_1 sẽ có bước nhảy là B_1 tại X_1, ...

4.6.3. Biện pháp nâng cao năng suất và hạ giá thành

Nhiệm vụ cơ bản của người công nghệ là :

- Bảo đảm được chất lượng sản phẩm ;
- Nâng cao năng suất lao động và hạ giá thành sản phẩm.

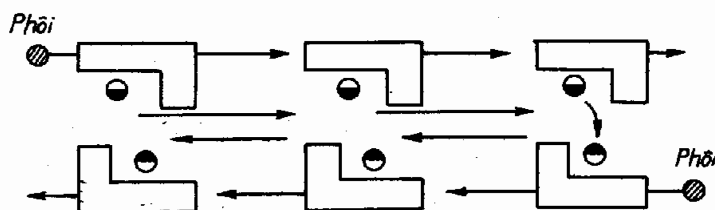
Một số phương hướng chung để tăng năng suất lao động và hạ giá thành như sau :

* Làm tốt công tác giáo dục ý thức tự chủ, tinh thần trách nhiệm cao trong công việc cho đội ngũ người lao động để phát huy tối đa trí tuệ cá nhân cũng như tập thể trong tổ chức và sản xuất.

* Chú trọng những biện pháp có tính chất tổ chức như : Kế hoạch hóa sản xuất ; Điều độ phân xưởng - cải tiến chỗ làm việc cho hợp lí ; Tổ chức phục vụ tốt cho công nhân tại nơi làm việc ;...

* Có giải pháp thay đổi kết cấu sản phẩm cho phù hợp với điều kiện công nghệ và chọn vật liệu hợp lí. Khi gia công cần tìm cách tận dụng các phế liệu có thể dùng lại được đặc biệt là kim loại vật liệu đắt - hiếm.

* Lập quy trình công nghệ hợp lí để rút ngắn thời gian hoàn thành nguyên công, tăng khả năng phục vụ của người thợ (bằng cách sử dụng bậc thợ hợp lí, một người có thể đứng nhiều máy).



Hình 4.31 Sơ đồ bố trí máy hợp lí

Những biện pháp để rút ngắn thời gian từng chiếc (T_{tc}) :

+ Giảm T_o :

- Tăng độ chính xác của phôi để giảm số lần chạy dao. Phôi phải được ram, ủ, thường hóa để tạo điều kiện cắt gọt dễ dàng ;

- Hạn chế chiều dài chạy dao bằng cách dùng nhiều dao, chọn lượng ăn dao và thoát dao hợp lí ;

- Tăng chế độ cắt (căn cứ vào lượng dư, độ cứng vật liệu, các yếu tố hình học dao để chọn t_{max} → dựa vào t_{max} và căn cứ vào độ chính xác, độ bóng gia công, độ cứng vững của hệ thống công nghệ, sức bền thân dao để chọn S_{max} → kết hợp với trị số tuổi bền kinh tế của dao ta xác định được vận tốc cắt kinh tế V_{kt}).

- Gia công nhiều bề mặt cùng một lúc bằng dao định hình hoặc bằng nhiều dao thực hiện trên các máy tự động và bán tự động nhiều trục.

+ Giảm T_p :

- Giảm thời gian gá đặt chi tiết gia công bằng cách sử dụng các cơ cấu kẹp nhanh như kẹp bằng khí ép, dầu ép, điện từ), gá đặt tự động đạt kích thước, ...

- Làm cho thời gian phụ trùng với thời gian máy như dùng đồ gá bàn quay, gá phay kiểu đi về cùng cắt, phay liên tục, kiểm tra tự động, ... (Hình 4.32);

- Cơ khí hóa, tự động hóa quá trình công nghệ để giảm thời gian vận chuyển chi tiết gia công, giảm thời gian dừng máy để đo...

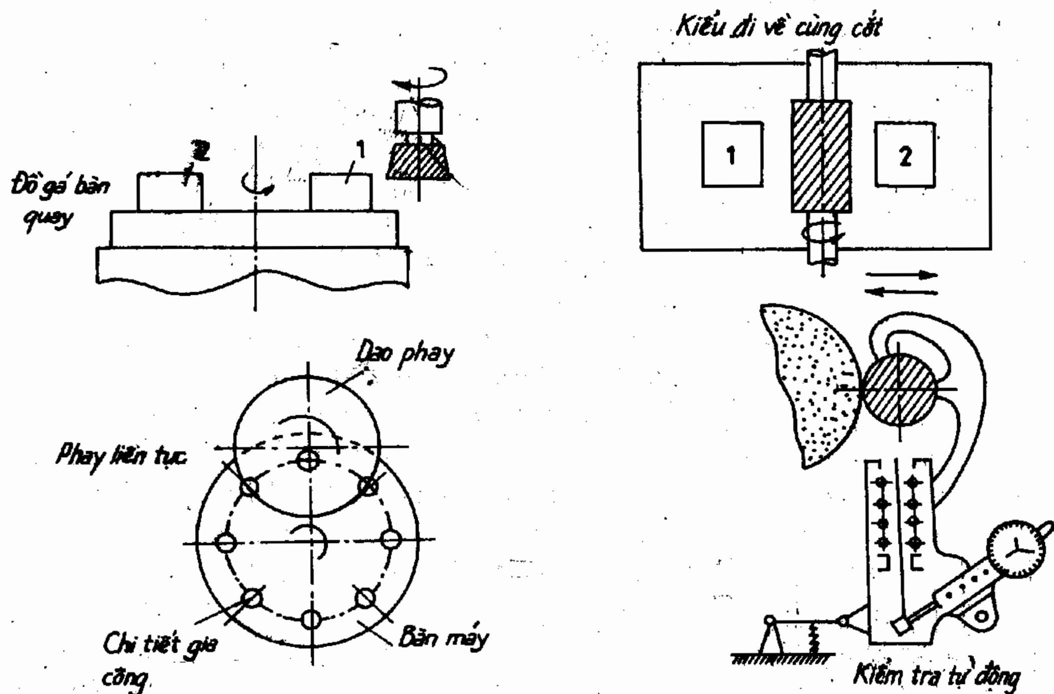
- Sử dụng dao chuyên dùng để gia công nhiều bề mặt (giảm thời gian thay dao, điều chỉnh dao,...);

- Tổ chức chỗ làm việc hợp lí.

+ Giảm T_{pv} :

- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ, đồ gá điều chỉnh dao nhanh (dưỡng, cữ,...)

- Chuẩn bị dầu mỡ, dẻ lau, khí ép,... và chủ động giao - nhận ca kíp,...



Hình 4.32

+ Giảm T_{cbkt} :

- Chuẩn bị bản vẽ, quy trình, công nghệ, trang bị, đồ gá, cữ điều chỉnh, dao cụ,...
- Bố trí gia công nhóm kết hợp với điển hình hóa quy trình công nghệ để tăng sản lượng sản phẩm,...
- Sử dụng thợ điều chỉnh có bề dày kinh nghiệm.

Chương 5

CHẤT LƯỢNG VÀ LƯỢNG DƯ GIA CÔNG CƠ KHÍ

5.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Trong chương này trình bầy hai vấn đề chính là chất lượng gia công (hay độ chính xác chi tiết gia công) và lượng dư gia công cơ khí.

Ta có thể bắt đầu từ chất lượng của máy. "Chất lượng máy là tập hợp các tính chất quyết định công dụng của máy và phân biệt nó với các máy khác". Các chỉ tiêu cơ bản đánh giá chất lượng máy gồm : Độ chính xác ; Tính ổn định về khả năng phục vụ của máy ; Chất lượng sản phẩm do máy sản xuất ra ; Độ bền lâu lí tính của máy (thời gian duy trì chất lượng ban đầu của nó) ; Độ bền lâu vô hình hay khả năng hoàn thành nhiệm vụ một cách kinh tế theo thời gian. Năng suất - hiệu suất máy ; Kết cấu, kiểu dáng, màu sơn,... Độ phức tạp trong điều khiển ; Mức độ cơ khí hóa - tự động hóa;...

Độ chính xác của máy nói chung và máy cắt gọt nói riêng là một chỉ tiêu chất lượng khó đạt nhất, tốn kém nhất trong quá trình xác lập và chế tạo. Chỉ tiêu này bảo đảm tính lắp lẫn hình học của các mối ghép chi tiết và động học của các cơ cấu máy (tính lắp lẫn về mặt vật lý như lực, biến dạng,...). Nói cho cùng chất lượng của máy phụ thuộc chủ yếu vào chất lượng gia công lắp ráp, hiệu chỉnh các chi tiết và bộ phận máy với nhau.

Trong gia công cắt gọt, chất lượng máy gia công quyết định chất lượng chi tiết gia công. Chất lượng của mỗi chi tiết máy được đặc trưng bằng một loạt các chỉ tiêu cần được xác định rõ lượng sai lệch của nó với dung sai quy định để hoàn thành nhiệm vụ của máy một cách kinh tế. Hệ thống các chỉ tiêu này cùng với dung sai kèm theo gọi là điều kiện kỹ thuật (được ghi cụ thể trên các bản vẽ).

Độ chính xác của chi tiết gia công là mức độ giống nhau về mặt hình học, chất lượng bề mặt, tính chất cơ lý của nó so với chi tiết thiết kế trên bản vẽ.(*)

Muốn có được một chi tiết có hình dạng kích thước và độ bóng bề mặt,... giống với chi tiết trong bản vẽ cần phải thực hiện gia công qua nhiều bước (nguyên công). Tại mỗi bước sẽ hớt đi một lớp kim loại để làm thay đổi hình dạng kích thước của phôi.

Lớp kim loại được lấy đi (hớt đi) trong quá trình cắt gọt là lượng dư gia công cơ khí.

5.2. SAI SỐ GIA CÔNG

Trong thực tế không thể chế tạo được một chi tiết tuyệt đối chính xác nghĩa là hoàn toàn phù hợp về mặt hình học và tính chất cơ lý một cách lý tưởng. Vì thế ta dùng trị số sai lệch của nó để đánh giá độ chính xác của chi tiết giá công. Sai lệch càng lớn ngoài phạm vi dung sai thì độ chính xác càng thấp và ngược lại.

(*) Ý kiến khác cho rằng : Độ chính xác của chi tiết máy là mức độ phân tán của kích thước gia công trong một loạt chi tiết.

Mức độ phù hợp của chi tiết gia công với chi tiết thiết kế phải được so sánh trên các phương diện sau :

1. Độ chính xác kích thước của bản thân bề mặt chi tiết gia công (kích thước thẳng kích thước góc,...)

2. Độ chính xác về hình dáng hình học của các bề mặt gia công (độ thẳng, độ phẳng, độ côn, độ ô van,...) ;

3. Độ chính xác về vị trí tương quan giữa các bề mặt gia công với nhau (độ vuông góc, độ đồng tâm, độ song song,...) ;

4. Chất lượng bề mặt và tính chất cơ lý của chi tiết gia công (độ bóng bề mặt, độ cứng, trọng lượng, độ dẫn điện - từ, hoặc các chỉ tiêu khác của chi tiết bằng kim loại bột, chất dẻo, thủy tinh,...).

Trong quá trình gia công có các sai số xuất hiện một cách cố định đối với cả loạt hoặc thay đổi theo một quy luật nhất định khi chuyển từ chi tiết gia công này sang chi tiết gia công tiếp sau- gọi là sai số hệ thống. Như vậy có hai loại sai số hệ thống : sai số hệ thống cố định và sai số hệ thống thay đổi.

Có những sai số xuất hiện một cách ngẫu nhiên không theo một quy luật nào cả, đối với mỗi chi tiết khác nhau trong loạt nó có trị số khác nhau- gọi là sai số ngẫu nhiên.

Các nguyên nhân chính gây ra sai số gia công :

+ Đối với sai số hệ thống cố định :

- Sai số lí thuyết của phương pháp cắt gọt;
- Sai số về chế tạo và biến dạng của máy, đồ gá, dao. Biến dạng của chi tiết gia công.

+ Đối với sai số hệ thống thay đổi theo thời gian gia công :

- Dao cắt bị mòn dần;
- Sai số do biến dạng vì nhiệt của máy, dao, đồ gá.

+ Đối với sai số ngẫu nhiên :

- Lượng dư gia công không đều ;
- Sự thay đổi về ứng suất dư của phôi liệu ;
- Tính chất không đồng đều của vật liệu gia công (độ cứng) ;
- Vị trí của phôi trong đồ gá thay đổi (gây sai số gá đặt) ;
- Dao động của chế độ cắt gọt ;
- Gá và mài dao nhiều lần hoặc thay đổi nhiều máy để gia công một chi tiết.

Trên đây ta đã nêu nên một cách tổng quát tính chất của sai số gia công và những nguyên nhân gây ra các loại sai số đó. Ta sẽ đi phân tích ảnh hưởng của các nguyên nhân cụ thể đến độ chính xác chi tiết gia công trên sáu phương diện.

5.2.1. Biến dạng của hệ thống công nghệ

Trong quá trình gia công lực cắt tác động từ dao qua phôi vào hệ thống gây biến dạng cho các cơ cấu và bộ phận là nguyên nhân gây ra các sai số về hình dáng, kích thước của chi tiết gia công.

Vấn đề tính toán biến dạng (lượng chuyển vị) của hệ thống công nghệ (MDGC) đối với cơ học là vấn đề phức tạp vì không phải đơn thuần là biến dạng của một chi tiết mà là cả hệ thống - nó đòi hỏi phải tổng hợp chúng lại và xác định ảnh hưởng tổng hợp này với vị trí tương quan giữa chi tiết gia công và dao. Trong thực tế ta dùng thực nghiệm để đo biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ (với lực cắt phân theo ba thành phần P_x, P_y, P_z rồi đo biến dạng theo ba hướng x, y, z).

Gọi P_y là phản lực pháp tuyến thẳng góc với mặt gia công, y là chuyển vị tương đối giữa dao và chi tiết gia công theo hướng đó.

Thường P_y và y tỷ lệ thuận với nhau, tỷ số P_y/y gọi là độ cứng vững của hệ thống công nghệ ký hiệu là J_Σ (khả năng chống lại ngoại lực làm nó biến dạng).

$$J_\Sigma = \frac{P_y}{y}, \text{ KG/mm}$$

Chuyển vị y là tổng hợp các chuyển vị của các chi tiết chịu lực trong hệ thống công nghệ. Do vậy :

$$y = y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n$$

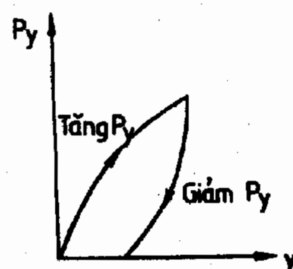
Trong đó : $y_i = \frac{P_y}{J_i}$ (chuyển vị theo hướng pháp tuyến của chi tiết chịu lực thứ i).

J_i - Độ cứng vững của chi tiết chịu lực thứ i.

Ta có :

$$\frac{P_y}{J_\Sigma} = \frac{P_y}{J_1} + \frac{P_y}{J_2} + \frac{P_y}{J_3} + \dots + \frac{P_y}{J_n}$$

$$\frac{1}{J_\Sigma} = \frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2} + \frac{1}{J_3} + \dots + \frac{1}{J_n}$$



Hình 51

Đặt : $W = \frac{1}{J}$ (gọi là độ mềm dẻo của hệ thống công nghệ-khả năng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ : $W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n$).

Có thể viết độ cứng vững của hệ thống công nghệ dưới dạng :

$$\frac{1}{J_\Sigma} = \frac{1}{J_{máy}} + \frac{1}{J_{dao}} + \frac{1}{J_{chi\ tiết\ gia\ công}}$$

Thực tế, độ cứng vững của hệ thống công nghệ không phải là hằng số mà nó biến thiên theo sự tăng - giảm lực (Hình 5.1). Hai đường oong tăng giảm không trùng nhau vì ngoài biến dạng đàn hồi còn biến dạng tiếp xúc và ma sát ở các bề mặt lắp ghép. Để có thể phân tích ảnh hưởng của độ cứng vững của hệ thống công nghệ đến độ chính xác gia công ta thường lấy trị số độ cứng vững trung bình.

Ví dụ : khảo sát độ cứng vững khi tiện một trục dài (l) được gá trên hai mũi tâm (Hình 5.2a).

Lượng dịch chuyển ở điểm giữa chi tiết gia công dưới tác dụng của lực P_y là tổng hợp lượng dịch chuyển của mũi tâm trước và mũi tâm sau cộng với độ võng của điểm giữa chi tiết gia công.

Gọi : y_s - Lượng dịch chuyển của mũi tâm sau ;

y_t - Lượng dịch chuyển của mũi tâm trước ;

y_c - Lượng dịch chuyển của điểm giữa chi tiết ;

δ_c - Độ võng của điểm giữa trục.

Ta sẽ có :

$$y_c = \frac{1}{2}(y_s + y_t) + \delta_c \rightarrow \delta_c = y_c - \frac{1}{2}(y_s + y_t)$$

Độ cứng vững của mũi tâm sau :

$$J_s = \frac{P_y}{2y_s}$$

Độ cứng vững của mũi tâm trước :

$$J_t = \frac{P_y}{2y_t}$$

Độ cứng vững của điểm giữa chi tiết gia công :

$$J_c = \frac{P_y}{\delta_c} = \frac{P_y}{y_c - \frac{1}{2}(y_s + y_t)}$$

Độ cứng vững của chi tiết trục khi tiện tùy thuộc vào cách gá đặt cụ thể trên máy (Hình 5.2).



a) Gá trên hai mũi tâm : $y_c = \frac{P_y l^3}{48EI} \rightarrow J_c = \frac{48EI}{l^3}$

b) Gá bằng mâm cặp và mũi tâm : $J_c = \frac{110EI}{l^3}$

c) Gá bằng mâm cặp : $J_c = \frac{3EI}{l^3}$

Hình 5.2

5.2.2. Ảnh hưởng độ chính xác của máy, dao, đồ gá và tình trạng mòn của chúng đối đến độ chính xác gia công

* Sai số hình học của máy (do chế tạo) phản ánh toàn bộ hoặc một phần lên chi tiết gia công dưới dạng sai số hệ thống (vì việc hình thành các bề mặt gia công là do các chuyển động cắt của những bộ phận chính như trục chính, bàn máy, xe dao, ... và sai số của các bộ phần này sẽ phản ánh lên chi tiết gia công).

Giả sử khi tiện trục, máy có đường tâm trục chính không song song với sống trượt (trong mặt phẳng ngang) thì trục gia công sẽ bị côn (Hình 5.3a). Đường kính lớn nhất :

$d_{max} = d + 2a$; a - Độ không song song trên chiều dài L.

Nếu sống trượt không song song với đường tâm trục chính (trong mặt phẳng đứng) thì trục tiện xong có hình hypecbôlôit với bán kính lớn nhất :

$r_{max} = \sqrt{r^2 + b}$; b - Độ không song song trong mặt phẳng đứng trên chiều dài L.

Nếu sống trượt không thẳng (trong mặt phẳng nằm ngang) thì quỹ đạo chuyển động của mũi dao không thẳng khiến cho đường kính trục chỗ to, chỗ nhỏ (Hình 5.3b). Đường kính tại một mặt cắt nào đó :

$D' = D \pm 2\delta$; δ - Dịch chuyển của sống trượt trên mặt cắt theo phương nằm ngang.

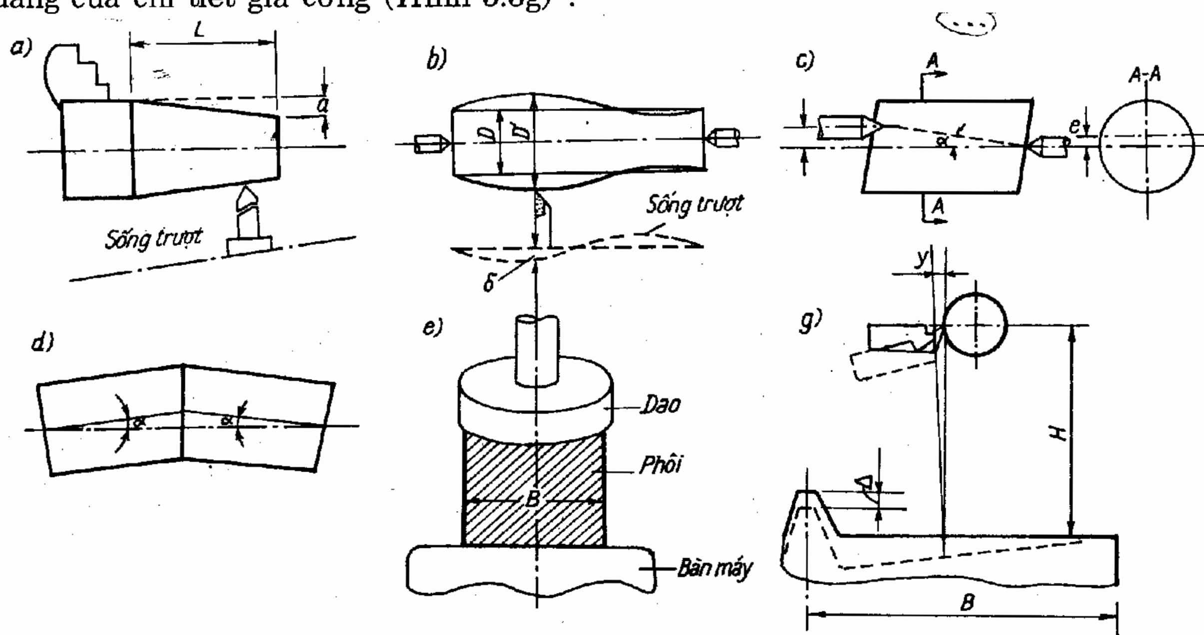
Độ lệch tâm của mũi tâm trước so với tâm quay của trục chính là e, trong khi quay đường nối hai lỗ tâm sẽ đảo thành hình côn mà đỉnh của nó là ở mũi tâm sau (Hình 5.3c). Khi gia công xong tại các mặt cắt (A - A nào đó) tiết diện trục vẫn có hình tròn song tâm của nó bị lệch với đường tâm danh nghĩa và càng gần về mũi tâm trước độ lệch tâm càng lớn.

Nếu một đoạn trục không được cắt trong một lần gá (đổi đầu khi tiện) thì các đoạn trục đó sẽ có đường tâm không trùng nhau (Hình 5.3d).

Đối với các máy khác cũng vậy. Ví dụ khi gia công trên máy phay nếu đường tâm trục chính máy không thẳng góc với mặt phẳng của bàn máy (mặt phẳng ngang) thì mặt phẳng gia công sẽ không song song với mặt phẳng đáy định vị trên bàn máy (Hình 5.3e).

Nếu có sai số trong xích truyền động thì cũng gây nên sai số gia công. "Khi phay bánh răng nếu cơ cấu phân độ có sai số sẽ gây nên sai số bước răng. Trạng thái mòn của máy sẽ gây nên các sai số hệ thống".

Trên suốt chiều dài sống trượt độ dịch chuyển y không đều sẽ gây nên sai số hình dáng của chi tiết gia công (Hình 5.3g) :



Hình 5.3

$$y = \frac{H}{B}\Delta$$

* Sai số của đồ gá (về mặt hình học) phản ánh lên chi tiết gia công như nhau thành sai số hệ thống.

+ Các chi tiết quan trọng trên đồ gá như chi tiết định vị, cữ so dao, dẫn hướng, ... nếu khi chế tạo có sai số hoặc bị mòn trong quá trình sử dụng đều làm thay đổi vị trí tương quan giữa máy, dao và chi tiết gia công.

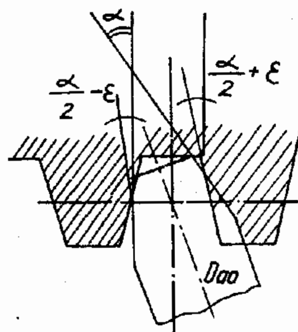
+ Khi gá đặt đồ gá trên máy (có sai số gá đặt) nên cũng gây ra sai số cho chi tiết gia công.

* Sai số của dụng cụ cắt thể hiện trên ba phương diên : độ chính xác chế tạo, mức độ mài mòn khi sử dụng và sai số gá đặt trên máy.

+ Các loại dao định kích thước (khoan, khoét, doa,...) nếu có sai số kích thước sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến đường kính lỗ gia công. Các loại dao định hình (mài định hình, tiện định hình, phay mô đun) nếu prôfin có sai số sẽ làm sai dạng bề mặt gia công. Các sai số chế tạo dao đều có thể xác định bằng đo thực tế hoặc lấy theo tiêu chuẩn.

+ Mài mòn của dao là một yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác gia công (sai số do mòn còn lớn hơn sai số chế tạo). Dao bị mòn gây ra sai số hệ thống thay đổi.

Khi tiện, dao mài mòn ở mặt sau làm cho mũi dao xa tâm quay của chi tiết một đoạn bằng trị số mòn hướng kính → đường kính ngoài chi tiết tăng lên (đường kính lỗ giảm đi). Nếu gia công các trục lớn và dài thì trong một lần chạy dao đường kính chi tiết sẽ thay đổi (to dần lên) do dao bị mòn nhiều. Nếu gia công trục ngắn thì trong một lần chạy dao, dụng cụ mòn chưa nhiều đường kính trục thay đổi ít nhưng trong cả loạt thì càng về sau đường kính trục càng lớn.



Hình 5.4

+ Nếu dao gá trên máy không chính xác cũng gây nên sai số gia công giống như sai số hình học của dao. Ví dụ khi cắt ren nếu gá dao không vuông góc với tâm quay của chi tiết thì nửa góc prôfin ren ($\frac{\alpha}{2}$) bên trái và bên phải không bằng nhau (Hình 5.4).

Để khắc phục sai số hình học của máy, dao, đồ gá cần áp dụng các biện pháp sau :

- Đảm bảo việc hiệu chỉnh, bảo dưỡng máy (đồ gá) thường xuyên, định kỳ ;
- Giảm sai số gá đặt của chi tiết và đồ gá, giảm bớt số lần gá đặt ;
- Dùng dao có hình dạng chính xác (dao nhiều lưỡi, dao định hình) vật liệu làm dao hợp lí, nhiệt luyện và mài dao đúng kỹ thuật để nâng cao tuổi thọ của dao ;
- Chọn chế độ cắt hợp lý, để làm chậm quá trình mòn của dao (đảm bảo năng suất cắt không đổi).

5.2.3. Biến dạng nhiệt của hệ thống công nghệ.

Do ma sát và do ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường xung quanh trong quá trình gia công làm cho máy, dao, chi tiết gia công bị nóng lên... nhưng mức độ và thứ tự (trước sau) có khác nhau. Bộ phận nào gần nguồn nhiệt thì nhiệt độ cao hơn. Mặc dù có dung dịch trơn nguội và các bộ phận chuyển động được ngâm trong dầu có tác dụng giảm bớt nhiệt độ, nhưng nhiệt độ bản thân các dung dịch đó cũng tăng lên. Giai đoạn đầu mở máy (1 ÷ 2 giờ) nhiệt độ tăng rất nhanh sau đó ổn định dần và ta cần phải điều chỉnh lại dao cắt để tránh bị ảnh hưởng bởi biến dạng nhiệt của máy.

* Biến dạng nhiệt của máy (máy tiện).

Nhiệt tăng làm cho trục chính xê dịch theo phương ngang và phương thẳng đứng. Nhiệt độ tăng nhiều nhất ở vị trí ổ đỡ trục chính (có thể cao hơn các vùng khác của ụ trước từ 30 đến 40%).

Theo kết quả thực nghiệm : xê dịch theo hướng ngang của tâm trục chính máy tiện trong vòng 4 - 5 giờ đầu có thể đến 10μm khi gá chi tiết trên mũi tâm và 17μm khi gá chi tiết trên mâm cặp ba chấu. Trị số xê dịch này còn tăng theo số vòng quay n của trục chính (tỷ lệ thuận với $\sqrt{n}$). Sự xê dịch của trục chính gây nên sai số hệ thống thay đổi.

* Biến dạng nhiệt của dao cắt.

Một phần nhiệt ở vùng cắt truyền qua dao làm nó thay đổi kích thước. Độ dãn dài của dao tỷ lệ thuận với tốc độ cắt, chiều sâu cắt và lượng tiến dao. Thực nghiệm đã chỉ ra ảnh hưởng của phần công xôn của dao tiện đến độ dãn dài của nó (nếu chiều dài công xôn giảm đi từ 40 mm xuống 20 mm thì độ dãn dài của dao cũng giảm đi từ 28μm xuống 18μm. Độ giãn dài của dao tỷ lệ nghịch với tiết diện của nó và tỷ lệ thuận với độ cứng của vật liệu gia công).

Độ giãn dài của dao tiện trong điều kiện cân bằng nhiệt được tính gần đúng theo công thức :

$$\Delta l = C\frac{L_p}{F}\sigma_p (t\,S)^{0,75}\sqrt{D}\ ,\ (\text{mm}).$$

Trong đó :

C - Hằng số (khi V = 100 - 200 m/ph, t ≤ 1mm, S ≤ 0,2 mm/vg thì C = 4,5).

L_p - Chiều dài phần công xôn của dao tiện (mm)

F - Diện tích tiết diện cán dao (mm²).

Độ dài của dao tiện khi cắt không liên tục có thể lấy theo :

$$\Delta l' = \Delta l\frac{T_{máy}}{T_{máy} + T_{nghỉ}}\ ;$$

$T_{máy}$, $T_{nghỉ}$ - thời gian máy ; thời gian nghỉ.

* Biến dạng nhiệt của chi tiết gia công.

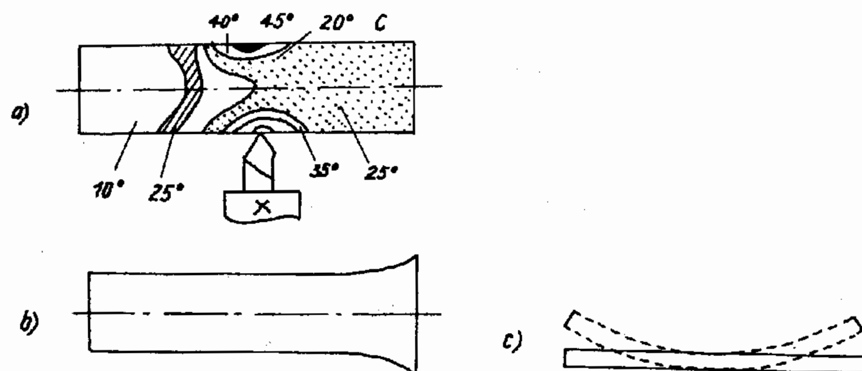
Một phần nhiệt ở vùng cắt truyền vào chi tiết làm nó biến dạng và gây ra sai số gia công. Nếu chi tiết được nóng toàn bộ thì gây ra sai số kích thước còn nếu bị nóng từng phần sẽ gây ra sai số hình dáng. Ví dụ khi tiện một trục nhiệt độ xung quanh vùng cắt không đồng đều (thay đổi từ $10^o \div 45^o$) thì hình dáng trục sau khi gia công không còn là trụ tròn đều (Hình 5.5b).

Nhiệt độ chi tiết gia công phụ thuộc vào chế độ cắt. Khi tiện, nếu tăng tốc độ cắt và lượng chạy dao (nghĩa là rút ngắn thời gian nung nóng liên tục chi tiết gia công) thì nhiệt độ sẽ giảm, khi chiều sâu cắt tăng thì nhiệt độ tăng. Sai số do biến dạng nhiệt rất nghiêmtrọng đối với chi tiết nhỏ, mỏng (Hình 5.5c).

Biện pháp để khắc phục biến dạng nhiệt gồm :

- Dùng dung dịch trơn nguội một cách hiệu quả ;
- Chi tiết có yêu cầu chính xác cao cần được gia công trong phân xưởng riêng ;
- Trước khi cắt gọt phải cho máy chạy không để nhiệt độ trong máy tăng đến mức bão hòa rồi mới cắt.

Trong quá trình chế tạo phôi hoặc nhiệt luyện thì nhiệt độ từng phần của chi tiết tăng giảm không đều nhau, nên bên trong kim loại sinh ứng suất dư mặt khác trong quá trình cắt do biến dạng dẻo lớp kim loại bề mặt cũng sinh ra ứng suất dư. Vì vậy đối với các phôi gia công nóng (phôi đúc, phôi rèn - dập) trước khi gia công cơ cần được thường hóa, còn đối với các chi tiết yêu cầu chỉ tiêu khả năng làm việc cao thì cần nhiệt luyện nhiều lần để loại trừ các ảnh hưởng về ứng suất dư.



Hình 5.5

5.2.4. Rung động trong quá trình cắt

Rung động làm cho vị trí giữa dao cắt và chi tiết gia công thay đổi theo chu kỳ. Khi tần số thấp, biên độ lớn sẽ sinh ra độ sóng bề mặt, khi tần số cao, biên độ nhỏ sẽ sinh ra độ nhấp nhô bề mặt. Rung động làm dao cụ mau mòn (cùn-tù). Ngoài

ra do rung động mà chiều sâu cắt, lực cắt, tiết diện phôi biến động làm tăng sai số gia công.

Rung động của hệ thống công nghệ gồm hai loại : rung động cưỡng bức và tự rung.

Nguyên nhân gây ra rung động cưỡng bức là do các lực kích thích từ bên ngoài truyền đến. Tùy theo nguồn lực kích thích rung động cưỡng bức có thể có chu kỳ hoặc không. Nguồn gốc sinh ra lực kích thích là do sai số cá biệt của chi tiết trong máy, các mặt tiếp xúc có khe hở, các khâu quay không cân bằng, lượng dư gia công không đều, bề mặt gia công không liên tục hoặc rung động của các máy xung quanh truyền sang,...

Biện pháp để giảm rung động cưỡng bức cụ thể là :

- Tăng độ cứng vững của hệ thống công nghệ ;
- Yêu cầu độ chính xác chế tạo- lắp ráp máy, đồ gá cao ;
- Phải cân bằng các khâu quay cao tốc ;
- Tránh cắt không liên tục ;
- Phôi cần được chọn lọc và sơ chế ;
- Trang bị thêm cơ cấu giảm rung động ;
- Móng máy đủ khả năng dập tắt dao động và được cách chấn với xung quanh.

Tự rung là một loại dao động không giảm được, nó được duy trì bởi một nguồn năng lượng không đổi là do bản thân chuyển động cắt gây ra - có nghĩa là khi nào ngừng cắt thì tự rung cũng chấm dứt. Tự rung làm ảnh hưởng đến chất lượng gia công, việc khắc phục nó rất khó khăn. Cho đến nay vẫn chưa có giả thiết nào giải thích thỏa đáng bản chất của hiện tượng này.

Để hạn chế tự rung động cần giảm nguồn năng lượng truyền đến và tăng năng lượng tiêu hao(vì lực cản ma sát).

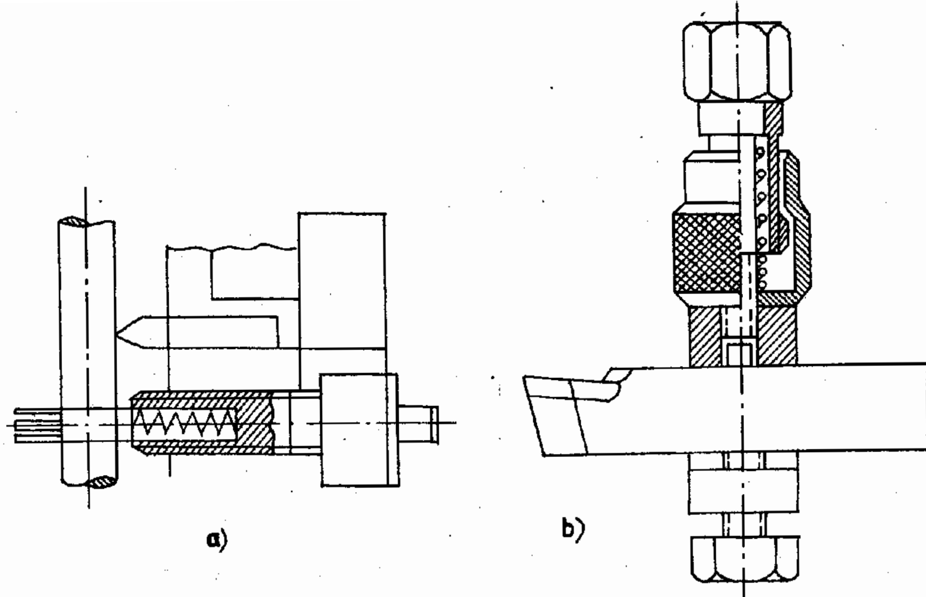
Biện pháp giảm năng lượng truyền đến :

- Thay đổi hình dạng hình học dao cắt và chế độ cắt để giảm lực cắt ở phương có rung động ;
- Sử dụng dung dịch trơn nguội hợp lý để giảm bớt mòn dao.

Để tăng năng lượng tiêu hao, cần :

- Nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ, nâng cao tần số tự rung để làm tăng sức cản của ma sát và giảm biên độ dao động xuống ;
- Sử dụng các trang bị giảm rung để thu bớt năng lượng dao động làm giảm biên độ.

Nguyên lý của trang bị giảm rung động là : tựa vào chi tiết dao động một khối lượng nhỏ sao cho tần số của khối lượng này bằng tần số dao động của chi tiết . Trang bị giảm rung sẽ tạo ra một dao động lệch pha với dao động của chi tiết là 180^o. Lực sinh ra sẽ bằng lực dao động nhưng ngược chiều nên cân bằng nhau và làm triệt tiêu dao động (Hình 5.6).



Hình 5.6 Các trang bị giảm rung sử dụng khi tiện

5.2.5. Sai số gá đặt khi gia công

Sai số gá đặt bao gồm : sai số chuẩn ε_c, sai số kẹp chặt ε_{kc} và sai số đồ gá ε_{dg}.

Sai số gá đặt là yếu tố có ảnh hưởng lớn đến độ chính xác gia công. Việc tính toán sai số này sẽ được trình bầy kỹ trong chương 6.

5.2.6. Ảnh hưởng của phương pháp đo đến độ chính xác gia công

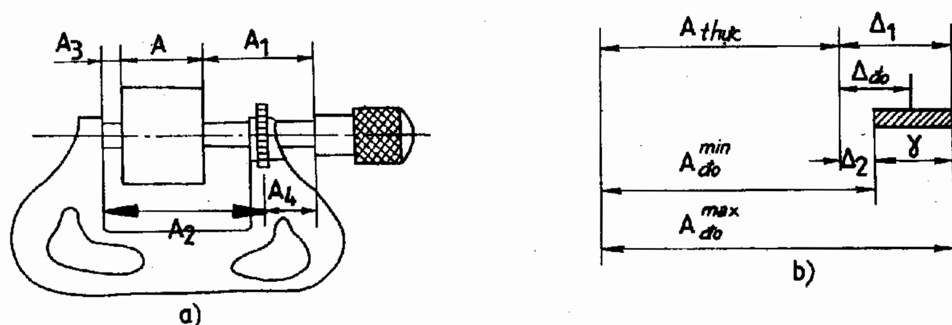
Trong quá trình chế tạo, đo lường cũng gây ra sai số và ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Khi đo kích thước và vị trí của một bề mặt chi tiết cần dùng một bề mặt khác làm chuẩn (gọi là chuẩn đo lường).

Khi đo một đối tượng cụ thể nghĩa là đưa nó vào chiếm một khâu (khâu khép kín) trong chuỗi kích thước động học của dụng cụ đo hoặc của đồ gá đo. Ví dụ như hình 5.7a , chi tiết đo chiếm một khâu trong chuỗi kích thước của panme (khâu A).

Quá trình đo gồm ba giai đoạn (gá đặt, điều chỉnh và đo), mỗi quá trình đó đều có thể có sai số.

Giai đoạn 1. Gá vật đo lên dụng cụ đo hoặc đồ gá đo (nếu vật đo nhỏ, nhẹ), ngược lại lắp dụng cụ đo hoặc đồ gá đo lên vật đo (nếu vật đo to, nặng). Vị trí của dụng cụ đo trên vật đo được xác định nhờ chuẩn đo trên vật, ta phải làm trùng hệ thống tọa độ của dụng cụ đo với vật đo. Quá trình này có thể xảy ra sai số gá đặt (ω_g), nguyên nhân :

- Sai lệch về hình dạng hình học và độ nhẵn bóng bề mặt của chuẩn đo lường ;
- Mặt tỳ của dụng cụ đo hoặc đồ gá đo không cố định ;
- Vị trí của lực đo không đúng ;
- Vạch chia độ không chính xác.



Hình 5.7

Giai đoạn 2. Điều chỉnh chuỗi kích thước của dụng đo hoặc đồ gá đo cho trùng với khâu cần đo.

Trong giai đoạn 2, có thể sinh ra sai số điều chỉnh tĩnh (ω_t) vì các nguyên nhân sau :

- Chọn phương pháp và phương tiện điều chỉnh không đúng ;
- Đọc số sai ;
- Trạng thái của dụng cụ đo (hoặc đồ gá đo) ;
- Vạch chia sai.

Giai đoạn 2 và 1 có thể đổi thứ tự trước sau vì hai giai đoạn này là điều chỉnh tĩnh (chưa có lực tác dụng).

Giai đoạn 3. Giai đoạn đo, có thể sinh ra sai số điều chỉnh động học (ω_d). Sai số này có quan hệ với các yếu tố sau :

- Lực đo và sự dao động của nó ;
- Độ cứng vững của dụng cụ đo (hoặc đồ gá đo) ;
- Sai khác về nhiệt độ giữa dụng cụ đo, vật đo và sự dao động của nhiệt độ ;
- Vạch chia không chính xác.

Sai số đo có thể xác định bằng tổng số đại số của ba loại sai số nói trên : $\omega_{đo} = \omega_g + \omega_t + \omega_d$. Trong các trường hợp cần dùng cả tổng đại số các sai số hệ thống và tổng số bình phương các sai số ngẫu nhiên ta tính sai số đo theo :

$$\omega_{đo} = \Delta_{đo} - \Omega_{đo}.$$

Trong đó :

$\Delta_{đo}$ - Tổng đại số các sai số hệ thống ;

$\Omega_{đo}$ - Tổng đại số các sai số ngẫu nhiên.

Thực tế nhiều khi không biết được trị số $\Omega_{đo}$, ta có thể sử dụng công thức :

$$\omega_{đo} = \Delta_{đo} \pm \frac{\gamma}{2}$$

Ở đây : γ - Trường phân bố của các yếu tố ngẫu nhiện trong khi đo.

Do vậy sai số của kích thước đo có thể dao động trong phạm vi :

$$\Delta_{đo} + \frac{\gamma}{2} \text{ đến } \Delta_{đo} - \frac{\gamma}{2} \text{ (Hình 5.7b).}$$

Biện pháp để nâng cao độ chính xác đo :

- Khi điều chỉnh máy (dao) cần sử dụng thiết bị đo chính xác nhất với phương pháp đo tốt nhất hiện có ;
- Chọn đúng chuẩn đo lường ;
- Lực đo vừa phải và ít dao động.

5.3. ẢNH HƯỞNG CỦA SAI SỐ GIA CÔNG ĐẾN TÍNH NĂNG SỬ DỤNG CỦA MÁY

Như đã trình bày - "độ chính xác" là một chỉ tiêu quan trọng nhất của chất lượng máy nó quyết định khả năng làm việc, tuổi thọ, độ tin cậy, năng suất các tính chất khác của máy.

Đối với các máy hiện đại (có các chuỗi lắp ráp tĩnh học phức tạp) khi truyền cơ năng lớn dưới tác dụng của tải trọng, rung động va - đập sinh ra trong quá trình làm việc có thể làm mất khả năng làm việc bình thường của máy nếu độ chính xác chế tạo nó không đảm bảo.

Hiện nay với nhịp độ phát triển rất nhanh của kỹ thuật mới, nhiều chi tiết trong cơ cấu và máy cần đạt độ chính xác đến vài micrômét hoặc vài phần mười micrômét. Ví dụ các chi tiết trượt của vòi phun cao áp chỉ cho phép khe hở lắp ráp là $2 \div 3\mu m$ như vậy mỗi chi tiết phối hợp trong cặp đó chỉ cho phép dung sai là $1 \div 2\mu m$. Việc nâng cao độ chính xác chế tạo và lắp ráp của các chi tiết sẽ làm tăng độ bền lâu, độ tin cậy khi sử dụng máy một cách hiệu quả. Mặt khác việc nâng cao độ chính xác gia công cắt gọt còn tạo điều kiện để có thể thực hiện nguyên tắc lắp lẫn trong lắp ráp dây chuyền, góp phần giảm bớt khối lượng lao động lắp ráp và giảm nhẹ công việc sửa chữa thiết bị sau này. Đối với chi tiết máy quay nhanh nếu có sai số về hình dáng nhỏ sẽ đảm bảo tốt được độ đồng tâm của nó khi làm việc và không cần cân bằng động. Đối với chi tiết bánh răng, độ chính xác chế tạo có ý nghĩa lớn để đảm bảo không gây ra sai số tỷ số truyền và tiếng ồn...

5.4. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH VÀ ĐÁNH GIÁ SAI SỐ GIA CÔNG

Khi tiến hành một quá trình gia công cắt gọt kim loại, để đánh giá được sai số gia công xảy ra và dự đoán được độ chính xác có thể đạt được của quá trình công nghệ đã chọn là một đòi hỏi luôn được đặt ra.

Có ba phương pháp xác định và đánh giá độ chính xác gia công.

5.4.1. Phương pháp thống kê kinh nghiệm

Phương pháp này căn cứ vào "độ chính xác bình quân kinh tế" để đánh giá. Độ chính xác bình quân kinh tế là độ chính xác gia công đạt được một cách kinh tế trong điều kiện sản xuất bình thường.

Điều kiện để sản xuất bình thường :

- Thiết bị gia công hoàn chỉnh ;
- Đồ gá đạt yêu cầu về chất lượng ;

- Bậc thợ trung bình ;
- Chế độ cắt và định mức thời gian theo tiêu chuẩn.

Căn cứ theo độ chính xác bình quân kinh tế (tra bảng) để thiết kế quy trình công nghệ. Tuy nhiên trong thực tế các thiết bị chưa hẳn phù hợp với quy trình công nghệ thiết kế nên cũng gây ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Vì thế để đánh giá độ chính xác gia công cần phải phân tích những điều kiện gia công cụ thể hoặc làm một số thử nghiệm thống kê.

Độ chính xác bình quân kinh tế không phải là độ chính xác cao nhất của phương pháp gia công nhưng không phải là độ chính xác có thể đạt được trong bất kỳ điều kiện nào.

5.4.2. Phương pháp tính toán–phân tích

Theo phương pháp này ta cần phải phân tích các nguyên nhân gây ra sai số gia công, rồi tính các sai số gia công đó và cuối cùng tùy theo tính chất các sai số gia công mà tổng hợp chúng lại sẽ được sai số tổng cộng, từ đó có thể đánh giá được độ chính xác gia công.

Gọi : $\eta_1, \eta_2, \eta_3, ..., \eta_p$ - các sai số hệ thống không đổi ;

$\varepsilon_1(t), \varepsilon_2(t), ..., \varepsilon_i(t), ...$ - các sai số hệ thống thay đổi ;

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, ..., \sigma_s ...$ - phương sai của các sai số ngẫu nhiên.

Tổng sai số hệ thống không đổi là sai số hệ thống không đổi :

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + ... + \eta_p.$$

Tổng sai số hệ thống thay đổi là sai số hệ thống thay đổi và là hàm của thời gian :

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_1(t) + \varepsilon_2(t) + \varepsilon_3(t) + ... + \varepsilon_i(t) + ...$$

Tổng sai số ngẫu nhiên là sai số ngẫu nhiên (theo phép cộng xác suất), có phương sai :

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + ... + \sigma_s^2}.$$

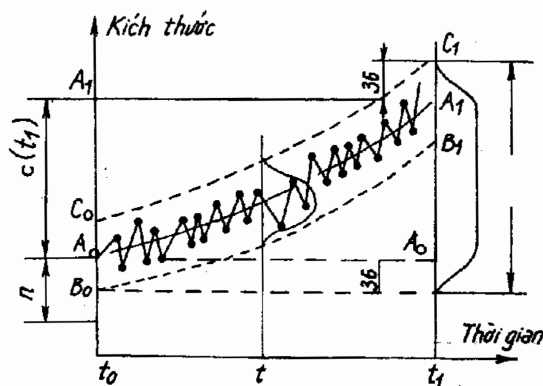
hoặc giả thiết $\Delta_1, \Delta_2, ..., \Delta_m$ là các sai số ngẫu nhiên ; $K_1, K_2, ..., K_m$ là các hệ số phụ thuộc loại phân bố thì sai số tổng cộng được tính theo :

$$K_{tc}\Delta_{tc} = \sqrt{(K_1\Delta_1)^2 + (K_2\Delta_2)^2 + ... + (K_m\Delta_m)^2}.$$

Nếu là phân bố chuẩn thì : $K_i = 1$.

Tổng hợp ba loại sai số được diễn tả trên biểu đồ (Hình 5.8) : hoành độ chỉ thời gian, tung độ là kích thước gia công. Nếu thời điểm bắt đầu gia công là t_o và A_o là trung tâm phân bố (mới chỉ có sai số hệ thống không đổi η và sai số ngẫu nhiên còn sai số hệ thống thay đổi $\varepsilon(t_o) = 0$). Kích thước của chi tiết thứ nhất nằm trong phạm vi B_oC_o (B_o và C_o là giới hạn phân bố tức thời ; $A_oB_o = A_oC_o = 3\sigma$). Sau đó sai số hệ thống thay đổi xuất hiện, trung tâm phân bố tức thời di động dần theo, và khoảng di động bằng $\varepsilon(t)$. Tại $t = t_1$ thì trung tâm phân bố chuyển đến A_1 và

giới hạn phân bố là B_1C_1, khoảng $A_1A_o = \varepsilon(t_1)$. Lúc đó kích thước chi tiết gia công nằm trong phạm vi B_1C_1.



Hình 5.8

Cứ suy tiếp như vậy thì khoảng thời gian từ t_o đến t_k, kích thước các chi tiết gia công phải nằm trong phạm vi giới hạn $B_oB_1B_k$ và $C_oC_tC_k$. Đường cong phân bố sai số gia công từ t_o đến t_k có dạng hình chậu - tổng hợp của sai số hệ thống thay đổi $\varepsilon(t)$ và sai số ngẫu nhiên (σ). Bề rộng phân bố của đường cong là : $\xi = \varepsilon(t_k) + 6\sigma$ và có phương sai :

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{(\sigma_\varepsilon)^2 + \sigma^2} \tag{5.1}$$

Trong đó :

σ_ε - phương sai của $\varepsilon(t)$, được xác định theo :

$$\sigma_\varepsilon^2 = \frac{1}{t_k - t_o}\int_{t_o}^{t_k}\varepsilon^2\,dt - \bar{\varepsilon}^2 \tag{5.2}$$

$\bar{\varepsilon}$ - trị số trung bình của $\varepsilon(t)$:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{t_k - t_o}\int_{t_o}^{t_k}\varepsilon\,dt \tag{5.3}$$

Phương pháp tính toán phân tích cho ta độ chính xác cao nhưng khối lượng tính toán lớn và cần phải có đầy đủ các số liệu như : độ cứng vững của máy ; lượng dư ; biểu đồ mòn của dao cụ ;... nên trong sản xuất ít dùng.

5.4.3. Phương pháp thống kê

Triển khai phương pháp như sau :

- Cắt thử một số chi tiết sau khi điều chỉnh máy → đo kích thước → tìm phương sai σ và sai số hệ thống thay đổi $\varepsilon(t)$;
- Sai số hệ thống không đổi η không ảnh hưởng đến sự phân tán kích thước và có thể triệt tiêu khi điều chỉnh máy.

Phương sai của đường cong phân bố tức thời :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(L_i^2 - \bar{L}^2)}{m}} \tag{5.4}$$

Trong đó :

L_i - Kích thước của các chi tiết ;

m - Số chi tiết cắt thử ;

$\overline{L}$ - Kích thước trung bình của m chi tiết :

$$\overline{L} = \frac{\Sigma L_i}{m}$$

- Sau đó, dùng thử nghiệm hoặc tính để xác định sai số hệ thống thay đổi ε (t), ví dụ cho máy chạy thử một thời gian để theo dõi sự tăng nhiệt độ, hoặc tính độ mòn của dao. Xác định được ε (t) ta đi lập đồ thị như hình 5.8 rồi dùng các công thức (5.1), (5.2), (5.3), (5.4) tính sai số tổng cộng và khảo sát đường cong phân bố tổng hợp.

- Nếu sai số hệ thống thay đổi lớn thì phải rút ngắn khoảng thời gian giữa hai lần điều chỉnh (từ t_o đến t_k) - đó là khoảng cách để nâng cao độ chính xác gia công. Tuy nhiên nếu khoảng $\overline{t_o, t_k}$ nhỏ thì năng suất lại giảm.

Phương pháp thống kê cho phép xác định và đánh giá độ chính xác gia công đơn giản nhưng số lượng chi tiết cắt thử m khá lớn (20 - 25) nên chỉ sử dụng trong sản xuất lớn.

Thường ta hay dùng những số liệu có sẵn để tham khảo đối với những chi tiết điển hình trong những điều kiện gia công cụ thể.

5.5. PHƯƠNG PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG GIA CÔNG

Để đạt độ chính xác gia công theo yêu cầu thường dùng hai phương pháp rà gá-cắt thử và tự động đạt kích thước.

Phương pháp rà gá-cắt thử,(ví dụ khi tiện trục): sau khi gá vật gia công lên máy người thợ đưa dao vào và cắt đi một phần rất ngắn của chi tiết gia công rồi dừng máy đo kích thước, nếu chưa đạt được kích thước yêu cầu lại điều chỉnh dao ăn sâu hơn nữa rồi lại cắt tiếp, đo tiếp,... cứ như vậy cho đến khi đạt được kích thước yêu cầu thì mới tiếp tục cắt toàn bộ chiều dài của vật gia công. Để tránh sinh ra phế phẩm do quá tay tiến dao vào sâu quá ngay từ lần cắt đầu tiên thì trước đó phải thêm động tác lấy dấu và điều chỉnh tĩnh theo dấu vạch sẵn.

Phương pháp này có những ưu điểm sau :

- Loại trừ ảnh hưởng của mòn dao tới độ chính xác gia công vì người thợ đã bù lại sai số hệ thống thay đổi trên từng chi tiết ;
- Đối với phôi không chính xác, người thợ có thể phân phối lượng dư đều đặn nhờ vào việc vạch dấu hoặc rà trực tiếp ;
- Không cần đến đồ gá phức tạp.

Các nhược điểm :

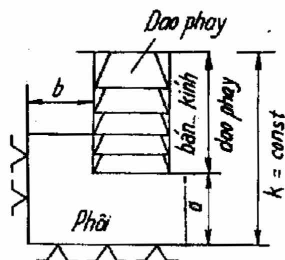
- Độ chính xác gia công của phương pháp này bị giới hạn bởi chiều dầy nhỏ nhất của lớp phôi bị hớt đi (0,005mm) ;
- Người thợ phải tập trung cao độ khi gia công nên dễ mệt mỏi ;
- Yêu cầu thợ có tay nghề cao ;
- Phải cắt thử nhiều lần nên năng suất thấp ;
- Giá thành gia công cao.

Phương pháp rà gá-cắt thử chỉ hợp với dạng sản xuất đơn chiếc hoặc loạt nhỏ.

Trong sản xuất lớn và hàng khối chủ yếu dùng phương pháp tự động đạt kích thước. Theo phương pháp này dụng cụ cắt gọt có vị trí tương quan xác định so với dao cắt. Vị trí này được đảm bảo cố định nhờ cơ cấu định vị của đồ gá. Khi gia công theo phương pháp này máy và dao đã được điều chỉnh trước. Ví dụ (Hình 5.9) : vật gia công được định vị bằng mặt đáy và mặt bên, dao phay đĩa ba mặt đã được điều chỉnh trước đảm bảo đúng các kích thước a và b.

Phương pháp này có những ưu điểm :

- Độ chính xác gia công không phụ thuộc vào tay nghề người thợ và chiều dầy nhỏ nhất của lớp phôi hớt đi ;
- Cắt một lần là đạt tới kích thước yêu cầu (năng suất gia công cao).



Hình 5.9

Phương pháp này cũng có một số hạn chế :

- Phí tổn về công và thời gian cho việc điều chỉnh có thể vượt quá hiệu quả mà phương pháp này mang lại ;
- Phí tổn cho gia công phôi chính xác cao nên khó bù lại được.
- Nếu dao cụ kém (mau mòn) thì kích thước đã điều chỉnh bị phá hoại nhanh chóng.
- Nếu điều chỉnh bằng tay thì độ chính xác đạt thấp.

Để đảm bảo độ chính xác từng nguyên công ta phải tiến hành điều chỉnh máy. Việc điều chỉnh máy trong quá trình gá đặt (định vị và kẹp chặt, dụng cụ cắt, đồ gá, trang bị khác như cữ tỳ,... trên máy cắt) sẽ loại trừ bớt các sai số gia công.

Nội dung điều chỉnh máy trong phương pháp tự động đạt kích thước gồm ba vấn đề :

+ Gá đặt dao cắt, đồ gá ở vị trí có lợi nhất cho điều kiện cắt gọt ;

+ Xác định chế độ làm việc của máy ;

+ Đảm bảo vị trí tương đối giữa dao cắt, đồ gá, cữ tỳ, mẫu chép hình (nếu có) để xác định chính xác quỹ đạo và lượng dịch chuyển của dao cắt so với chi tiết gia công. Nội dung của vấn đề thứ ba này sẽ quyết định độ chính xác gia công.

5.6. LƯỢNG DƯ GIA CÔNG CƠ KHÍ

Việc xác định lượng dư gia công hợp lý và dung sai của các kích thước trung gian ở tất cả các bước là một trong những vấn đề cơ bản có tác động lớn tới chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của sản phẩm, vì :

- Lượng dư quá lớn sẽ tốn nguyên vật liệu và tiêu iêu hao công sức để gia công, tiêu hao năng lượng điện, dụng cụ cắt,... dẫn đến giá thành tăng.
- Lượng dư quá nhỏ thì không đủ hớt đi những sai lệch của phôi để biến nó thành một chi tiết hoàn chỉnh (vì sai lệch sẽ giảm dần qua mỗi nguyên công nên một quá trình công nghệ phải chia ra nhiều nguyên công, nhiều bước để hớt dần

lớp kim loại mang sai số in dập do nguyên công trước để lại). Lượng dư cần phải đủ lớn để thực hiện các nguyên công cần thiết đó.

5.6.1. Các loại lượng dư

* Lượng dư trung gian : là hiệu số kích thước của bước hay nguyên công sát trước để lại và kích thước của bước hay nguyên công đang thực hiệu. Ký hiệu là Z_b.

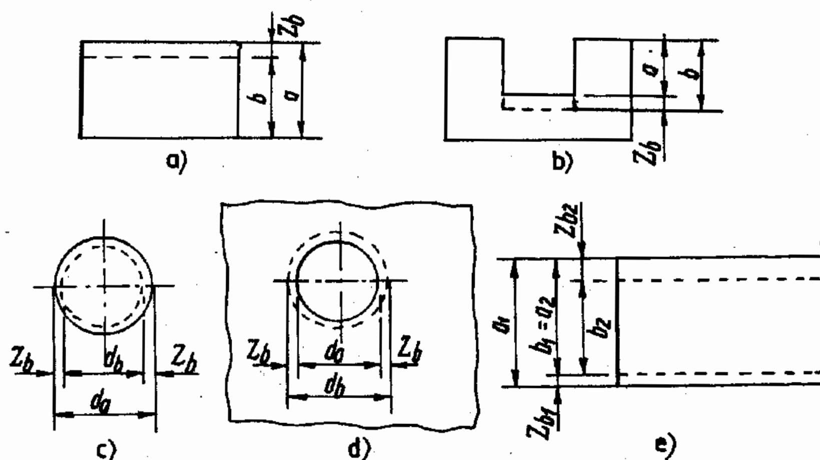
+Đối với mặt ngoài chi tiết : $Z_b = a - b$, (Hình 5.10a)

+Đối với mặt trong chi tiết : $Z_b = b - a$, (Hình 5.10b)

Trong đó :

a - Kích thước do bước trước để lại (Hình 5.10a).

b - Kích thước bước đang thực hiện (Hình 5.10a).



Hình 5.10

* Lượng dư tổng cộng : là lớp kim loại cần phải hớp đi trong tất cả các bước hoặc nguyên công để biến phôi thành chi tiết hoàn chỉnh - Ký hiệu là Z_o.

+Đối với mặt ngoài : $Z_o = a_{ph} - b_{ctm}$; a_{ph} - Kích thước phôi.

+Đối với mặt trong : $Z_o = a_{ctm} - b_{ph}$; a_{ctm} - Kích thước chi tiết

Như vậy, lượng dư tổng cộng bằng tổng các lượng dư trung gian trong tất cả các bước của quá trình công nghệ : $Z_o = \sum_{i=1}^{n} Z_{bi}$; n - Số bước công nghệ.

* Lượng dư đối xứng : tồn tại khi gia công các bề mặt tròn xoay (ngoài hoặc trong).

- Với mặt ngoài : $Z_b = \dfrac{d_a - d_b}{2}$; (Hình 5.10c)

- Với mặt trong : $Z_b = \dfrac{d_b - d_a}{2}$; (Hình 5.10d)

Lượng dư đối xứng tổng cộng :

$$2Z_o = 2\sum_{i=1}^{n} Z_{bi} = d_{ph} - d_{ctm} \rightarrow \text{đối với mặt ngoài.}$$

$$2Z_o = 2\sum_{i=1}^{n} Z_{bi} = d_{ctm} - d_{ph} \rightarrow \text{đối với mặt trong.}$$

Lượng dư hai phía không đối xứng (Hình 5.10e) :

$$Z_{b_1} = a_1 - b_1 \; ; \; Z_{b_2} = a_2 - b_2 \; ; \; b_1 \equiv a_2$$

5.6.2. Xác định lượng dư gia công hợp lí và tính kích thước giới hạn cho từng bước công nghệ

1) Phương pháp xác định lượng dư gia công hợp lý.

a) Phương pháp thống kê kinh nghiệm.

Phương pháp này dựa trên tổng số lượng dư các bước gia công theo kinh nghiệm mà không tính tới số bước gia công, không tính tới sơ đồ định vị - kẹp chặt và các điều kiện khác khi cắt,...

Ở trong các bảng của sổ tay công nghệ đã ghi các loại lượng dư,ta có thể tra cứu hoặc tham khảo. Tuy nhiên,lượng dư tính theo sổ tay thường lớn hơn so với yêu cầu.

b) Phương pháp tính toán:dựa trên việc phân tích và tổng hợp các yếu tố tạo nên lớp kim loại cần phải hớt đi để có một chi tiết hoàn chỉnh.

Phương pháp này tính lượng dư cho hai trường hợp

* Trường hợp dao được điều chỉnh sẵn trên máy.

Khi gia công một loạt phôi cùng loại trên máy đã điều chỉnh sẵn, kích thước phôi trong loạt sẽ dao động trong giới hạn dung sai cho phép, lượng dư gia công cũng dao động theo nên có dung sai lượng dư (T_z).

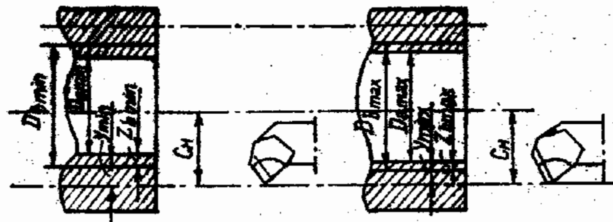
Ở những phôi có kích thước nhỏ nhất a_{min} khi gia công xong sẽ nhận được kích thước b_{min} và lượng dư gia công là Z_{bmin} ; Những phôi có kích thước lớn nhất a_{max} thì sau khi gia công sẽ có kích thước b_{max}, lượng dư gia công là Z_{bmax}. Lượng dư thực khi gia công sẽ nằm trong khoảng : $Z_{bmin} \div Z_{bmax}$.

Khi gia công mặt ngoài chi tiết trên máy điều chỉnh sẵn :

$$Z_{bmin} = a_{min} - b_{min}$$

$$Z_{bmax} = a_{max} - b_{max}$$

Xem hình 5.11, nếu điều chỉnh dao theo kích thước C_H thì khi gặp phôi có kích thước a_{min} dao sẽ cắt lớp chiều sâu cắt nhỏ nhất, lực cắt và lượng biến dạng cũng nhỏ nhất (y_{min}) → lượng dư nhận được là Z_{bmin}, kích thước hình thành sau khi cắt : $C_H + y_{min}$. Ngược lại khi gặp phôi có kích thước a_{max} thì chiều sâu cắt sẽ lớn nhất,



Hình 5.11

lực cắt lớn nhất, biến dạng lớn nhất (y_{max}), lượng dư cũng lớn nhất (Z_{bmax}) và kích thước hình thành sau khi cắt trong trường hợp này là : $C_H + y_{max}$.

Vậy ta có :

$$Z_{bmin} = a_{min} - b_{min} = a_{min} - (C_H + y_{min})\ ;$$

$$Z_{bmax} = a_{max} - b_{max} = a_{max} - (C_H + y_{max}).$$

Gọi dung sai kích thước a là T_a, dung sai kích thước b là T_b ;

$$Z_{bmax} = (a_{min} + T_a) - (b_{min} + T_b) = Z_{bmin} + T_a - T_b\ .$$

Dung sai lượng dư là hiệu của lượng dư lớn nhất và lượng dư nhỏ nhất :

$$T_z = Z_{bmax} - Z_{bmin} = T_a - T_b \text{ (mặt một phía trong, ngoài)}$$

$$T_z = 2Z_{bmax} - 2Z_{bmin} = T_a - T_b \text{ (mặt đối xứng trong, ngoài) ;}$$

Các công thức trên dùng để tính lượng dư trung gian cho nguyên công hoặc bước.

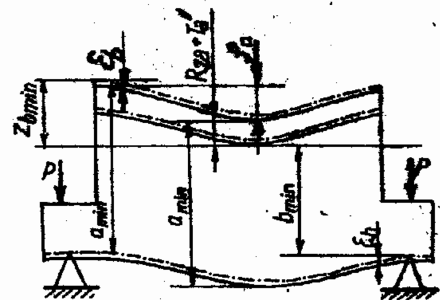
* Trường hợp gia công đơn chiếc (rà gá từng chiếc).

Việc tính toán lượng dư gia công trong phương pháp rà gá từng chiếc cũng dựa trên các nguyên tắc cơ bản của việc tính toán theo phương pháp điều chỉnh sẵn trên máy. Cần chú ý rằng : khi gia công theo phương pháp này thì phôi được định vị và điều chỉnh tương đối với máy (dao), kích thước gia công đạt được bằng cách đo sau khi cắt thử.

2) Các yếu tố tạo thành lượng dư trung gian.

"Lượng dư trung gian là phần kim loại cần phải hớt đi qua một bước hay một nguyên công". Nó bao gồm các yếu tố sau :

* Chiều cao trung bình của lớp nhấp nhô bề mặt do nguyên công trước để lại R_{za} ;



Hình 5.12

* Chiều sâu lớp hư hỏng bề mặt do nguyên công trước để lại T_a' ;

* Sai lệch về vị trí không gian của chi tiết gia công do nguyên công sát trước để lại ρ_a, (như : độ cong vênh, độ không song song,..). Có thể phân biệt các sai lệch này với các sai lệch hình học như : độ côn, độ ô van,... ;

* Sai số gá đặt do nguyên công đang thực hiện sinh ra ε_b.

Ta có thể lập công thức tính lượng dư cho các mặt gia công như sau :

$$Z_{bmin} = a_{min} - b_{min} = (R_{za} + T'_a) + \rho_a + \varepsilon_b.$$

Đối với mặt đối xứng (như trục và lỗ) thì phương của $\vec{\rho}_a$ và $\vec{\varepsilon}_b$ có thể khác nhau, nên công thức có dạng :

$$2Z_{bmin} = 2[(R_{za} + T'_a) + |\vec{\rho}_a + \vec{\varepsilon}_b|].$$

$$|\vec{\rho}_a + \vec{\varepsilon}_b| = \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_b^2 + 2\rho_a\varepsilon_b\cos(\vec{\rho}_a,\vec{\varepsilon}_b)} ;$$

Thực tế thì phương của $\vec{\rho}_a$ và $\vec{\varepsilon}_b$ rất khó xác định, nên ta có thể lấy trị số trung bình theo xác suất :

$$|\vec{\rho}_a + \vec{\varepsilon}_b| \approx \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_b^2}$$

$$\rightarrow 2Z_{bmin} \approx 2[(R_{za} + T'_a) + \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_b^2}].$$

Sử dụng các bảng tính lượng dư trong "Sổ tay công nghệ chế tạo máy" sẽ có số liệu về các yếu tố hình thành lượng dư trung gian.

3) Trình tự tính lượng dư trung gian và ghi kích thước giới hạn cho từng bước công nghệ.

1. Vạch quy trình công nghệ và chuẩn định vị phôi gia công.

2. Viết vào phiếu công nghệ những mặt cần gia công và thứ tự từng bước cho từng mặt.

3. Viết các giá trị R_{za}, T'_a, ρ_a, ε_b và T_a

4. Xác định trị số tính toán Z_{bmin} cho tất cả các bước công nghệ.

Đối với mặt ngoài	Đối với mặt trong
5. Viết kích thước tính toán của bước cuối cùng cho phiếu kích thước giới hạn nhỏ nhất theo bản vẽ.	5. Viết kích thước tính toán của bước cuối cùng vào phiếu kích thước giới hạn lớn nhất theo bản vẽ.
6. Cộng kích thước giới hạn nhỏ nhất trên bản vẽ vào lượng dư tính toán Z_{bmin}	6. Lấy kích thước giới hạn lớn nhất trên bản vẽ trừ đi lượng dư tính toán Z_{bmin}
7. Cộng lượng dư tính toán vào kích thước tính toán của bước ngay sau nó.	7. Lấy kích thước tính toán của bước ngay sau nó trừ đi lượng dư tính toán Z_{bmin}.
8. Viết kích thước giới hạn nhỏ nhất cho tất cả các bước công nghệ. Quy tròn số lẻ theo hàng số có nghĩa của dung sai từng bước.	8. Viết kích thước giới hạn lớn nhất cho tất cả các bước công nghệ. Quy tròn số lẻ theo hang số có nghĩa của dung sai từng bước.
9. Xác định kích thước giới hạn lớn nhất bằng cách cộng thêm dung sai vào kích thước giới hạn nhỏ nhất đã quy tròn.	9. Xác định kích thước giới hạn nhỏ nhất bằng cách lấy kích thước giới hạn lớn nhất đã quy tròn trừ đi dung sai.
10. Viết giá trị lượng dư : Z_{bmax} = hiệu hai kích thước lớn nhất ; Z_{bmin} = hiệu hai kích thước nhỏ nhất của bước sát trước và bước đang hoàn thành.	10. Viết trị số lượng dư : Z_{bmax} = hiệu hai kích thước nhỏ nhất. Z_{bmin} = hiệu hai kích thước lớn nhất của bước đang hoàn thành và bước ngay trước nó.

11. Xác định lượng dư chung Z_{omax}, Z_{omin} bằng cách cộng các lượng dư trung gian tương ứng.

12. Kiểm tra các phép tính toán bằng cách tìm hiệu số lượng dư và hiệu số dung sai theo $T_z = Z_{bmax} - Z_{bmin} = T_a - T_b$.

Kết quả các bước tính được ghi vào bảng dưới đây :

Thứ tự các nguyên công và bước của bề mặt cần tính lượng dư	Các yếu tố tạo thành lượng dư (μm)				Lượng dư tính toán Z_{bmin} (μm)	Kích thước tính toán (mm)	Dung sai T(μm)	Kích thước giới hạn (mm)		Trị số giới hạn của lượng dư (μm)	
	R_{Za}	T_a'	ρ_a	ε_b				max	min	max	min
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)

Chương 6

CHUẨN VÀ ĐỒ GÁ

6.1. KHÁI NIỆM VỀ CHUẨN VÀ QUÁ TRÌNH GÁ ĐẶT CHI TIẾT

6.1.1. Chuẩn và phân loại chuẩn

Mỗi một chi tiết khi tiến hành gia công có các dạng bề mặt sau :

- Những bề mặt được gia công;
- Những bề mặt dùng để định vị;
- Những bề mặt dùng để kẹp chặt;
- Những bề mặt dùng để đo lường.
- Những bề mặt không gia công.

Thực tế, một bề mặt vừa có thể dùng để định vị vừa dùng để kẹp chặt hay dùng để đo lường...

Để xác định vị trí tương quan giữa các bề mặt của một chi tiết hay của các chi tiết khác nhau ta đưa ra khái niệm về chuẩn.

"*Chuẩn là tập hợp của những bề mặt, đường hoặc điểm của một chi tiết mà căn cứ vào đó để xác định vị trí của các bề mặt, đường hoặc điểm khác của bản thân chi tiết đó hoặc của chi tiết khác*". Cần chú ý rằng :

- Tập hợp của những bề mặt, đường hoặc điểm có nghĩa là chuẩn đó có thể là một hay nhiều bề mặt, đường hoặc điểm;

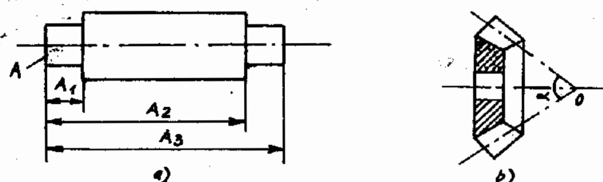
- Vị trí tương quan của các bề mặt, đường hoặc điểm được xác định trong quá trình thiết kế gia công, lắp ráp hoặc kiểm tra.

Tùy theo yêu cầu sử dụng của chuẩn người ta chia ra các loại sau :

1. Chuẩn thiết kế.

Chuẩn thiết kế được hình thành khi lập các chuỗi kích thước trong quá trình thiết kế. Chuẩn thiết kế dùng để xác định vị trí của những bề mặt, đường, điểm của bản thân một chi tiết hay của những chi tiết khác của sản phẩm trong quá trình thiết kế.

Chuẩn thiết kế có thể là chuẩn thực (Hình 6.1a) trong đó mặt A dùng làm chuẩn để xác định kích thước các bậc của trục (A_1, A_2, A_3) hoặc có thể là chuẩn ảo (Hình 6.1b) trong đó điểm 0 là đỉnh hình nón chia (nón lăn) của bánh răng nón dùng để xác định góc ở đỉnh và chiều dài nón.



Hình 6.1

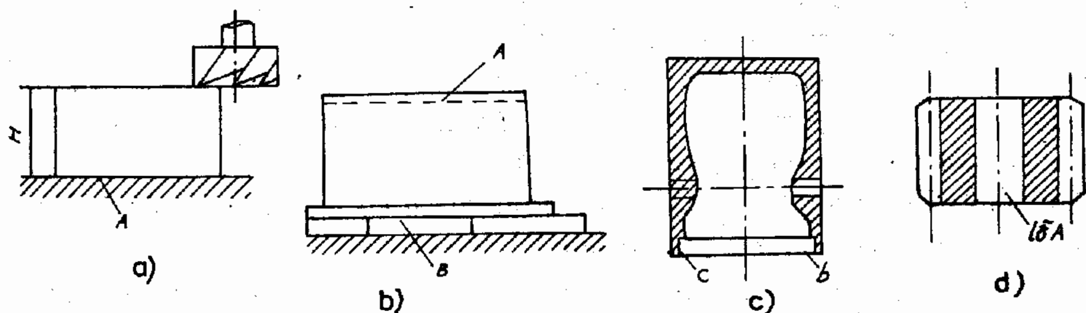
2. Chuẩn công nghệ.

Chuẩn công nghệ bao gồm : chuẩn định vị khi gia công (chuẩn gia công), chuẩn định vị lắp ráp (chuẩn lắp ráp), chuẩn đo lường.

* Chuẩn gia công : dùng để xác định vị trí những bề mặt, đường, điểm của chi tiết trong quá trình gia công (phôi) và bao giờ cũng là chuẩn thực. Khảo sát ví dụ (Hình 6.2): Nếu gá đặt tự động đạt kích thước cho cả loạt chi tiết gia công thì mặt A làm cả hai nhiệm vụ : tì và định vị (Hình 6.2a) ; Nếu gá từng chi tiết theo đường dấu vạch sẵn A (Hình 6.2b) thì mặt B làm nhiệm vụ tỳ còn đường vạch dấu A là chuẩn định vị. Như vậy chuẩn định vị gia công có thể trùng hoặc không trùng với mặt tỳ của chi tiết lên đồ gá hoặc lên bàn máy. Tùy theo bề mặt dùng để làm chuẩn được gia công hay chưa gia công ta có khái niệm chuẩn thô và chuẩn tinh.

- Chuẩn thô là bề mặt thực của phôi chưa được gia công cắt gọt (hoặc mới ở mức độ sơ chế để phát hiện phế phẩm, giảm khối lượng gia công cơ, vận chuyển dễ dàng,...)

- Chuẩn tinh là chuẩn được xác định trên những bề mặt đã qua gia công. Nếu bề mặt chuẩn tinh không được sử dụng trong quá trình lắp ráp thì gọi là chuẩn tinh phụ (đáy b và gờ c pitston được tạo ra làm chuẩn tinh phụ để gia công mặt ngoài



Hình 6.2

và rãnh xéc măng - Hình 6.2c), còn nếu bề mặt được dùng cả trong quá trình gia công và lắp ráp gọi là chuẩn tinh chính (lỗ A bánh răng làm chuẩn để gia công răng và sau đó sẽ dùng để lắp vào trục - Hình 6.2d).

* Chuẩn lắp ráp : dùng để xác định vị trí tương quan của các chi tiết khác nhau trong quá trình lắp ráp.

Chuẩn lắp ráp có thể trùng với mặt tì hoặc có thể là những bề mặt dùng để kiểm tra vị trí của chi tiết máy khi lắp ráp (không phải là mặt tì lắp ráp).

Hình 6.3 biểu diễn mối ghép trong thân động cơ đốt trong. Yêu cầu kỹ thuật đặt ra là phải đảm bảo độ thẳng góc giữa tâm lỗ xi lanh 4 (mặt E) với tâm ổ lắp trục khuỷu (mặt M) của chi tiết 1 là 0,05/1000 mm (tương đương với 10''/90°).

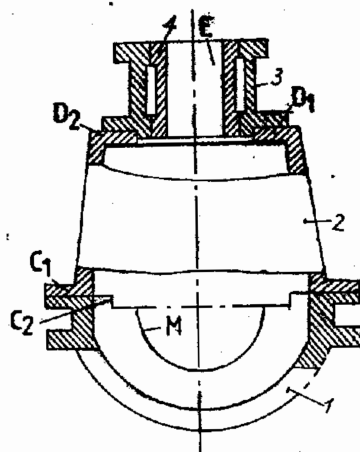
Khi tiến hành lắp các chi tiết 1, 2, 3, 4 cần đảm bảo những yêu cầu sau :

- Độ song song của tâm ổ trục M với mặt tỳ lắp ráp C_1 ;

- Độ song song giữa mặt trên và dưới của chi tiết 2 (mặt C_2vàD_2) ;

- Độ vuông góc của tâm lỗ chi tiết 3 với mặt D_1

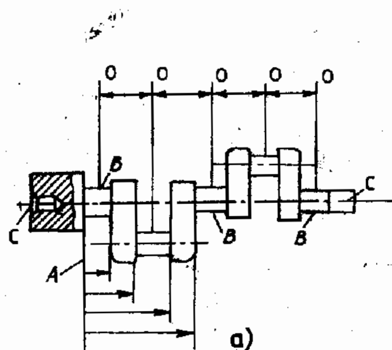
Căn cứ vào yêu cầu trên ta phải giải chuỗi kích thước theo phương pháp lắp lẫn, khi đó các mặt C_1, C_2, D_1, D_2 là chuẩn lắp ráp. Nếu thực hiện phương pháp lắp bằng cách rà và kiểm tra mặt M theo mặt E để đảm bảo độ thẳng góc giữa tâm lỗ xi lanh với tâm lỗ ổ trục khuỷu thì mặt E trở thành chuẩn lắp ráp, còn các mặt C_1, C_2, D_1, D_2 chỉ là những mặt tỳ.

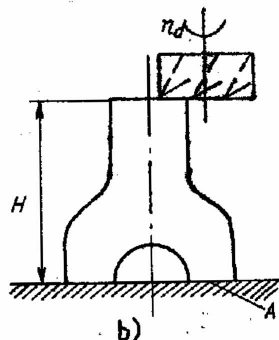


Hình 6.3

*** Chuẩn đo lường** : là chuẩn mà căn cứ vào đó để tiến hành đo hay kiểm tra kích thước về vị trí giữa các yếu tố hình học của chi tiết máy.

Trên hình 6.4a : chuẩn thiết kế O đảm bảo khoảng cách giữa các ổ đỡ trục khuỷu (cổ chính) và cổ biên ; A là chuẩn đo lường, B là chuẩn lắp ráp (bề mặt dùng để lắp với ổ trục khuỷu trong thân động cơ), chuẩn công nghệ C (là mặt côn của hai lỗ tâm).

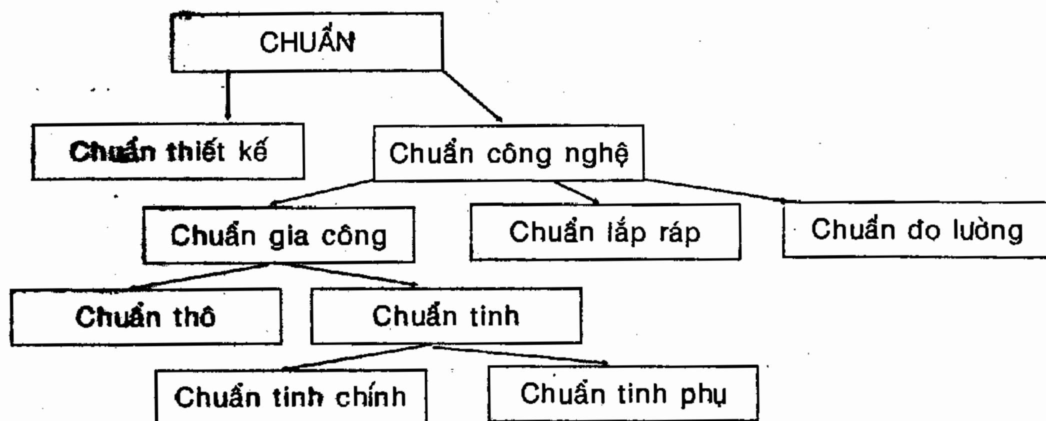




Hình 6.4

Trên hình 6.4b : mặt A vừa là chuẩn thiết kế vừa là chuẩn công nghệ, chuẩn đo lường, chuẩn lắp ráp của chi tiết blốc.

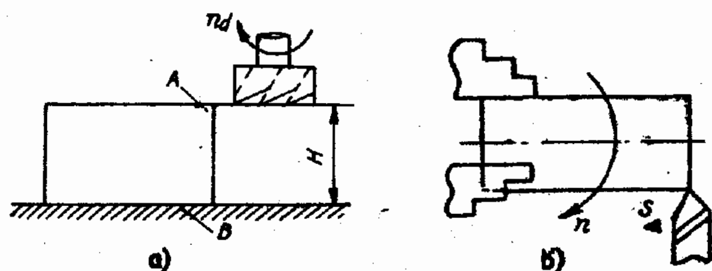
Có thể tóm tắt sơ đồ phân loại chuẩn như sau :



6.1.2. Quá trình gá đặt chi tiết

Gá đặt chi tiết hợp lý là một trong những công việc chính của quá trình công nghệ. Vì nếu khi đã khống chế được những nguyên nhân khác sinh ra sai số trong một mức độ nhất định thì độ chính xác của chi tiết gia công chủ yếu phụ thuộc quá trình gá đặt chi tiết.

Gá đặt chi tiết gồn hai bước : định vị chi tiết và kẹp chặt chi tiết. Định vị bao giờ cũng xảy ra trước kẹp chặt, không có sự xảy ra đồng thời hay kẹp chặt xảy ra trước định vị.



Hình 6.5

* Định vị là sự xác định vị trí chính xác của chi tiết đối với máy và dụng cụ cắt. Ví dụ khi phay mặt A, chi tiết được định vị bằng mặt B. Để đảm bảo kích thước thực hiện H (Hình 6.5a), ta cần điều chỉnh vị trí dụng cụ cắt so với bàn máy hay bề mặt của đồ định vị trên đồ gá.

* Kẹp chặt là quá trình cố định vị trí của chi tiết sau khi đã định vị để chống lại tác động của ngoại lực (lực cắt, lực rung động, ...) trong quá trình gia công chi tiết (giữ cho nó không được rời khỏi vị trí đã được định vị). Ví dụ khi gá trục lên trên mâm để cặp đảm bảo tâm trục trùng với tâm trục chính của máy là quá trình định vị, sau đó vặn cho chấu cặp chặt trục để nó không bị dịch chuyển trong quá trình gia công là quá trình kẹp chặt (Hình 6.5b).

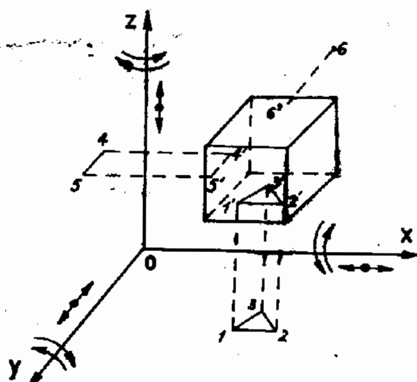
Các phương pháp gá đặt chi tiết gia công bao gồm :

- Phương pháp rà gá (trong đó có hai trường hợp : rà gá trực tiếp trên máy và rà gá theo dấu vạch sẵn).
- Phương pháp tự động đạt kích thước. Các phương pháp này đã được trình bày trong chương 5.

6.2. NGUYÊN TẮC SÁU ĐIỂM KHI ĐỊNH VỊ CHI TIẾT

Một vật rắn tuyệt đối trong không gian ba chiều (Decarte) có sáu bậc tự do chuyển động : tịnh tiến dọc trục Ox, Oy, Oz và quay quanh trục Ox, Oy, Oz.

Khi đặt một khối lập phương trong hệ tọa độ này thì các khả năng chuyển động trên được khống chế như hình 6.6.



Hình 6.6

- Mặt xOy khống chế ba bậc tự do :

Điểm 1 : khống chế bậc tự do tịnh tiến theo phương Oz.

Điểm 2 : khống chế bậc tự do quay quanh trục Oy.

Điểm 3 : khống chế bậc tự do quay quanh trục Ox.

- Mặt yOz khống chế hai bậc tự do :

Điểm 4 : khống chế mặt tự do tịnh tiến theo phương Ox.

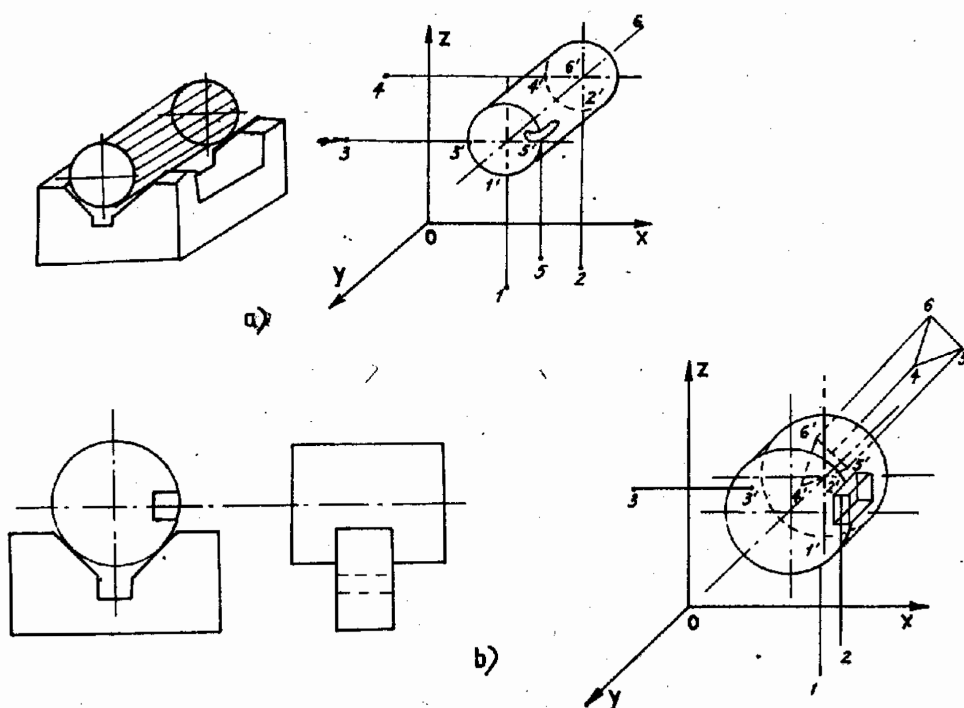
Điểm 5 : khống chế bậc tự do quay quanh trục Oz

- Mặt zOx khống chế một bậc tự do :

Điểm 6 : khống chế bậc tự do tịnh tiến theo phương Oy

Chú ý rằng : mỗi mặt phẳng đều có khả năng khống chế 3 bậc tự do nhưng ở những mặt phẳng yOz và xOz chỉ cần khống chế hai và một bậc tự do vì có những bậc tự do ở mặt này có khả năng khống chế thì ở mặt xOy cũng đã được khống chế.

Dùng nguyên tắc "sáu điểm" này để định vị chi tiết gia công - khi đó ta coi chi tiết như một vật rắn tuyệt đối và đặt nó trong hệ tọa độ Decarte giống như hình 6.6.



Hình 6.7

Lưu ý là trong quá trình định vị chi tiết, không phải trường hợp nào cũng cần định vị cả sáu điểm mà tùy theo yêu cầu gia công ở từng bước số điểm định vị có thể từ 1 đến 6 (số điểm định vị còn tùy thuộc vào kích thước của bề mặt định vị). Nếu một bậc tự do chuyển động bị khống chế quá một lần gọi là "siêu định vị" và sẽ gây ra hậu quả xấu.

Xét một số trường hợp cụ thể :

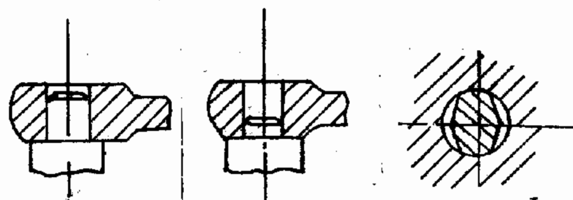
- Một mặt phẳng tương đương ba điểm (khống chế ba bậc tự do).

- Một khối V dài tương đương với bốn điểm (khống chế bốn bậc tự do) - Hình 6.7a.

- Nột khối V ngắn tương đương với hai điểm (khống chế hai bậc tự do) - Hình 6.7b.

- Một chốt trụ dài tương đương vơi bốn điểm (khống chế 4 bậc tự do) - Hình 6.8a.

- Một chốt trụ ngắn tương đương với hai điểm (khống chế 2 bậc tự do) - Hình 6.8b.



Hình 6.8

- Một chốt trám định vị một điểm (Hình 6.8c) - "chốt trám thường đi với chốt trụ để định vị mặt phẳng".

Kích thước của mặt phẳng, khối V, chốt được coi là (đủ, dài, hoặc ngắn) tùy thuộc vào diện tích tiếp xúc giữa bề mặt định vị của chi tiết với đồ định vị (được quy định trong sổ tay đồ gá). Riêng đối với định vị bằng chốt thì chế độ lắp ghép giữa nó với lỗ tạo trên chi tiết sẽ quyết định số điểm được định vị.

Trường hợp chi tiết gia công bị siêu định vị (có một hay vài bậc tự do bị khống chế quá một lần) sẽ gây nên sai số gia công. Người công nghệ tuyệt đối tránh để xảy ra trường hợp này.

6.3. TÍNH SAI SỐ GÁ ĐẶT

Sai số gá đặt của một chi tiết trong quá trình gia công cắt gọt được xác định bằng công thức sau đây :

$$\vec{\varepsilon}_{gđ} = \vec{\varepsilon}_{c} + \vec{\varepsilon}_{kc} + \vec{\varepsilon}_{đg} \text{ ; thực tế : } \varepsilon_{đg} \approx \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_{kc}^2 + \varepsilon_{đg}^2}$$

Trong đó :

$\vec{\varepsilon}_{c}$ - sai số chuẩn ;

$\vec{\varepsilon}_{kc}$ - sai số do kẹp chặt ;

$\vec{\varepsilon}_{đg}$- sai số của đồ gá ;

6.3.1. Sai số do kẹp chặt

Sai số kẹp chặt là lượng dịch chuyển của chuẩn gốc chiếu lên phương kích thước thực hiện do lực kẹp thay đổi gây ra.

$$\varepsilon_{kc} = (y_{max} - y_{min})\cos\alpha$$

Ở đây : α - góc giữa phương kích thước thực hiện và phương dịch chuyển y của chuẩn gốc ;

y_{max} và y_{min} là lượng dịch chuyển lớn nhất và nhỏ nhất của chuẩn gốc khi lực kẹp thay đổi.

Dưới tác dụng của lực kẹp, bề mặt của chi tiết dùng để định vị tiếp xúc với những thành phần định vị của đồ gá (chốt tỳ, phiến tỳ, ...) sẽ bị biến dạng lún và làm thay đổi vị trí chuẩn gốc ban đầu. Theo A.P.Xôcôlôpsky biến dạng ở chỗ tiếp xúc giữa mặt chi tiết với vấu tỳ của đồ gá được xác định theo :

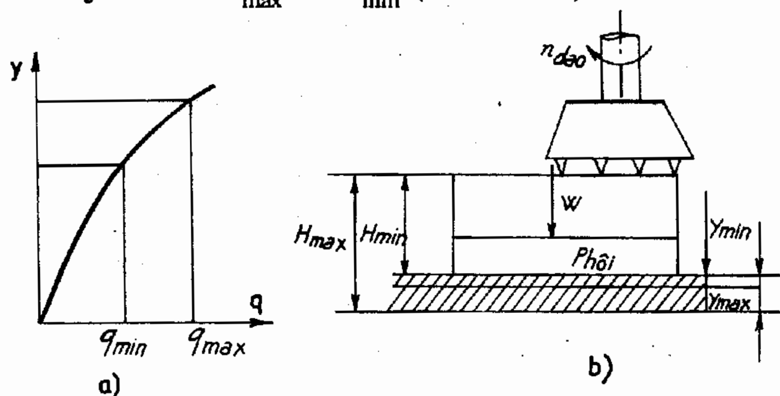
$$y = Cq^n$$

Với : C - Hệ số phụ thuộc vào vật liệu và tình trạng của bề mặt tiếp xúc ;

q - Áp lực riêng trên bề mặt tiếp xúc do lực kẹp W gây ra ;

n - Chỉ số ($n < 1$).

Quan hệ giữa lực kẹp và chuyển vị biểu diễn trên hình 6.9a. Lực kẹp chặt thay đổi từ $W_{max} \div W_{min}$ → chuyển vị của chuẩn gốc sẽ thay đổi từ $y_{max} \div y_{min}$ → kích thước đạt được sẽ thay đổi từ $H_{max} \div H_{min}$ (Hình 6.9b).



Hình 6.9

6.3.2. Sai số của đồ gá

Sai số đồ gá sinh ra do việc chế tạo đồ gá không chính xác, đồ gá bị mòn hoặc gá đặt đồ gá trên máy không chính xác. Độ chính xác của đồ gá bao giờ cũng phải cao hơn độ chính xác của chi tiết được gá trên nó.

Độ mòn của đồ định vị phụ thuộc vào vật liệu và khối lượng của phôi, vào tình trạng bề mặt tiếp xúc giữa phôi với đồ gá và điều kiện gá đặt phôi trên đồ gá.

Trường hợp sử dụng các chốt tỳ để định vị một bề mặt của phôi trong quá trình gia công thì độ mòn của những chốt tỳ đó có thể được xác định theo công thức thực nghiệm sau đây :

$$\Delta = \beta\sqrt{N}, \mu m.$$

Trong đó : N - Số lần tiếp xúc của phôi với chốt tỳ ;

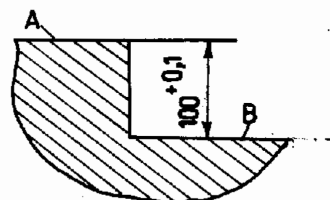
β - Hệ số phụ thuộc vào tình trạng bề mặt và điều kiện tiếp xúc.

Sai số định vị của đồ gá trên máy rất nhỏ, có thể bỏ qua. Tuy nhiên, khi định vị đồ gá trên máy phải chú ý điều chỉnh những khe hở ở mặt dẫn hướng hay độ đồng tâm trên các trục của máy.

Sai số của đồ gá nói chung nhỏ và khó xác định nên khi yêu cầu độ chính xác gia công thấp ta có thể bỏ qua.

6.3.3. Sai số chuẩn

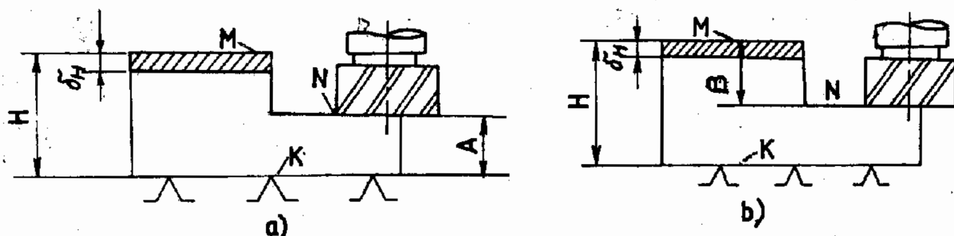
Chuẩn công nghệ và chuẩn thiết kế có thể trùng nhau hoặc không và nếu trùng nhau thì việc thiết kế đã hàm ý mang quan điểm công nghệ, ngược lại khi chế tạo nếu ta thực hiện dễ dàng các kích thước đã cho khi thiết kế thì có thể nói bản thiết kế có tính công nghệ cao. Tuy nhiên trong một số trường hợp khi chế tạo phải thay đổi một số kích thước thiết kế đã cho thì cũng không hẳn nói lên bản chất mối quan hệ giữa thiết kế và gia công vì rằng các kích thước khi thực hành công nghệ là kích thước động và có hướng.



Hình 6.10

Ví dụ xét kích thước $100^{+0,1}$ giữa hai bề mặt A và B của chi tiết (Hình 6.10). Trên phương diện công nghệ ta chú ý tới sự hình thành kích thước ra sao để có thể hạn chế phế phẩm ? Giả sử mặt A gia công ở nguyên công sát trước, mặt B đang được gia công thì kích thước 100 mm có gốc ở A và hướng về mặt B (kích thước công nghệ có hướng rõ rệt, hướng đó đi từ gốc kích thước đến mặt gia công). Gốc này có thể trùng hoặc không trùng với chuẩn thiết kế. Về mặt công nghệ cần biết gốc kích thước được thiết lập có trùng với chuẩn định vị trong bản thân nguyên công đó hay không ? Nếu không trùng sẽ phát sinh ra sai số chọn chuẩn (sai số chuẩn).

Hãy xét tiếp ví dụ ở hình 6.11.



Hình 6.11

Trong trường hợp (a) khi gia công mặt N, gốc kích thước gia công A và chuẩn định vị đều nằm trên mặt K. Kích thước gia công sẽ không chịu ảnh hưởng sự biến động của mặt M (tức sai lệch δ_H).

Nhưng nếu kích thước gia công là B, gốc kích thước lúc này nằm trên mặt M và không trùng với chuẩn định vị K nữa (trường hợp b). Kích thước B sẽ chịu ảnh hưởng của sự biến động của gốc M (lượng δ_H). Sai lệch đó do sự chọn chuẩn gây ra, ta có :

$$\varepsilon_c^{(B)} = \delta_H$$

Như vậy : "Sai số chọn chuẩn phát sinh khi chuẩn định vị không trùng với gốc kích thước và có trị số bằng lượng biến động của gốc kích thước chiếu lên phương kích thước cần thực hiện".

Thực chất kích thước gia công L là khâu khép kín của chuỗi kích thước công nghệ, chuỗi đó hình thành trong mỗi nguyên công hay qua một số nguyên công.

$$L = f(x_1, x_2, \ldots, x_n, a_1, a_2, \ldots, a_n)$$

Trong đó :

$x_1, x_2, \ldots, x_n$ - Kích thước liên quan biến đổi ;

$a_1, a_2, \ldots, a_n$ - Kích thước cố định.

Tính sai số chọn chuẩn cho kích thước L có nghĩa là tìm được biến động ΔL :

$$\Delta L = \frac{\partial f}{\partial x_1}\Delta x_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2}\Delta x_2 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial x_n}\Delta x_n.$$

hay :

$$\Delta L = \sum_{i=1}^{n} \left|\frac{\partial f}{\partial x_i}\right| \Delta x_i$$

Có hai phương pháp tính sai số chọn chuẩn :

* Phương pháp cực đại-cực tiểu. Phương pháp này dùng khi độ chính xác gia công vừa phải. Sai số chọn chuẩn kích thước L được xác định theo :

$$\varepsilon_c^{(L)} = \sum_{i=1}^{n} \left|\frac{\partial f}{\partial x_i}\right| \partial x_i$$

* Phương pháp xác suất. Phương pháp này dùng khi yêu cầu độ chính xác gia công cao. Sai số chọn chuẩn được xác định bằng công thức :

$$\varepsilon_c^{(L)} = \sqrt{K_i^2 \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)^2 \delta x_i^2}$$

Trong đó :

K_i - Hệ số phụ thuộc vào quy luật phân bố của kích thước chọn chuẩn ($K_i = 1 - 1{,}5$), khi kích thước phân bố theo đường cong chuẩn thì $K_i = 1$.

6.4. NGUYÊN TẮC CHỌN CHUẨN

6.4.1. Chọn chuẩn thô

Việc chọn đúng chuẩn thô là yêu cầu đầu tiên của việc lập quy trình công nghệ.

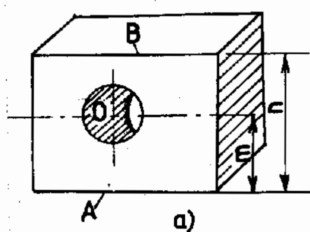
Hai yêu cầu đặt ra khi chọn chuẩn thô :

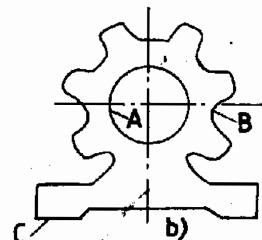
- Phân phối đủ lượng dư cho các bề mặt gia công ;
- Bảo đảm độ chính xác cần thiết về vị trí tương quan giữa các bề mặt không gia công với các bề mặt sắp gia công.

Ví dụ khi gia công mặt A, mặt B, lỗ O của một chi tiết hộp bằng phôi đúc (hình 6.12a), ta chia ra hai trương hợp :

- Trường hợp lỗ đặc thì lấy mặt A làm chuẩn thô để gia công lỗ O rồi ngược lại lấy lỗ làm chuẩn để gia công mặt A, sau đó lấy mặt A làm chuẩn để gia công mặt B.

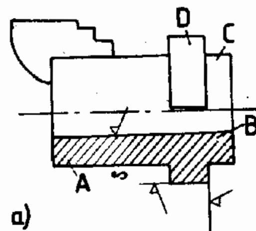
- Trường hợp lỗ đúc rỗng thì phải lấy lỗ làm chuẩn thô để gia công mặt A rồi sau đó lấy mặt A làm chuẩn gia công lỗ O và mặt B. Như vậy, lượng dư sẽ phân phối đều, tránh được phế phẩm sinh ra nếu như lỗ đúc bị lệch (vì nếu lỗ đúc bị lệch lượng dư phân bố không đều, khi cắt sinh ra sai số hình dáng hình học : côn, ô van,... lực cắt sẽ thay đổi gây rung động). Nếu lỗ đúc bị lệch quá sẽ không còn lượng dư để gia công lỗ.

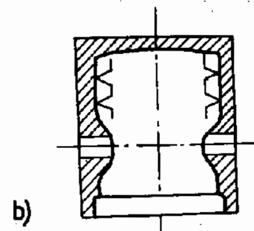




Hình 6.12

Khi gia công vỏ động cơ điện, để bảo đảm thành có độ dày đều đặn (Hình 6.12b). Nếu lấy lỗ A làm chuẩn thô để gia công mặt đáy C, sau đó lấy C là chuẩn gia công lại mặt A sẽ đảm bảo đồng tâm với mặt B. Khi không có đồ gá thì cần lấy dấu lỗ A để đảm bảo thành lỗ giữa A và B có bề dầy đều đặn, việc lấy dấu như vậy có nghĩa coi lỗ A là chuẩn định vị.





Hình 6.13

Người ta đề ra 5 nguyên tắc chọn chuẩn thô :

1) Nếu chi tiết có một bề mặt không phải gia công thì nên lấy bề mặt đó làm chuẩn thô, như vậy vị trí tương quan giữa bề mặt gia công và bề mặt không gia công có thay đổi ít nhất.

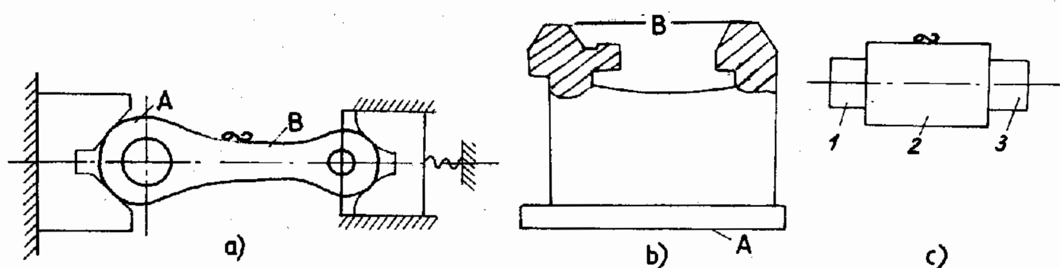
Trên hình 6.13a : lấy A làm chuẩn thô để gia công cả mặt B, C, D sẽ đảm bảo được độ đồng tâm với mặt A của pitston. Khi gia công pitston (bằng gang đúc trong khuôn cát), ta chọn chuẩn thô là mặt trong để gia công mặt ngoài bảo đảm cho thành pitston có chiều dày đều đặn (Hình 6.13b).

2) Nếu chi tiết có một số bề mặt không phải gia công thì nên chọn mặt nào có yêu cầu chính xác về vị trí tương quan cao nhất đối với các bề mặt gia công làm chuẩn thô.

Ví dụ khi gia công lỗ biên, nên lấy mặt A làm chuẩn thô để bảo đảm lỗ có bề dầy đều nhau vì yêu cầu về đồng tâm giữa lỗ và mặt A quan trọng hơn lỗ và mặt B (Hình 6.14a).

3) Nếu tất cả các bề mặt của chi tiết đều phải gia công thì chọn mặt nào có lượng dư đều và nhỏ nhất làm chuẩn thô.

Ví dụ khi gia công sống trượt máy tiện (Hình 6.14b), ta chọn mặt B làm chuẩn thô để gia công mặt A, sau đó lấy mặt A làm chuẩn gia công lại mặt B (vì khi đúc ở mặt B chỉ tồn tại một lớp mỏng kim loại có cấu trúc tốt- chịu mài mòn).



Hình 6.14

4) Bề mặt chọn làm chuẩn thô cần tương đối bằng phẳng không có mép rèn dập (ba via), đậu rót, đậu ngót hoặc gồ ghề quá.

5) Chuẩn thô chỉ được dùng một lần trong suốt quá trình gia công.

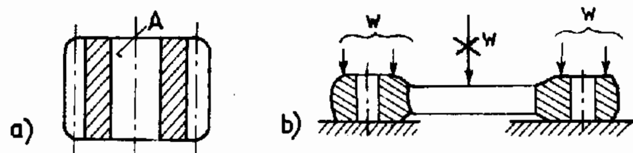
Ví dụ khi gia công trục bậc (Hình 6.14c), nếu lần thứ nhất dùng mặt 2 làm chuẩn thô để gia công mặt 3 và khi gia công mặt 1 trên máy khác vẫn dùng mặt 2 làm chuẩn thô thì khó đảm bảo được đồng tâm giữa mặt 1 và 3.

6.4.2. Chọn chuẩn tinh

Người ta đưa ra 5 nguyên tắc chọn chuẩn tinh sau đây :

1) Cố gắng chọn chuẩn tinh là chuẩn tinh chính, như vậy sẽ làm chi tiết khi gia công có vị trí tương tự lúc làm việc.

Khi gia công răng của bánh răng, chọn chuẩn tinh là lỗ A (Hình 6.15a).



Hình 6.15

2) Cố gắng chọn chuẩn định vị trùng với gốc kích thước để sai số chuẩn $\varepsilon_c = 0$.

3) Chọn chuẩn tinh sao cho khi gia công ít chịu ảnh hưởng của lực cắt, lực kẹp. Lực kẹp phải ở gần bề mặt gia công. Mặt định vị cần đủ diện tích (khi mặt chuẩn nhỏ phải dùng điểm tỳ bổ sung hoặc tăng diện tích giả tạo : lỗ tâm). Ví dụ kẹp chặt để gia công lỗ biên nên kẹp gần lỗ gia công tránh kẹp ở giữa biên dễ gây nên biến dạng (Hình 6.15b).

4) Chọn chuẩn tinh sao cho việc thiết kế đồ gá là đơn giản nhất.

5) Cố gắng chọn chuẩn thống nhất trong nhiều lần gá.

Bảng 6.1. Sai số gá đặt phôi khi rá gá.

Cách gá	Kích thước phôi (m)		
	≤ 3	>3 ÷ 6	> 6
	Sai số gá đặt (mm)		
Rà theo dấu	± 0,5	± 1,0	± 1,5
Rà theo mặt đã gia công	± 0,1	± 0,2	± 0,3
Rà theo mặt thô	± 1,0	± 2,0	± 3,0

Bảng 6.2. Ký hiệu quy ước các điểm tỳ (trên mặt chuẩn) và lực kẹp.

		Kí hiệu quy ước	
		Chiếu đứng và cạnh	Chiếu bằng
Vấu tì cố định	cứng		
	điều chỉnh		
Các vấu tì liên kết			
Lực kẹp			
Cơ cấu kẹp trùng với các vấu tì (tự định tâm, ống kẹp đàn hồi, trục kẹp đàn hồi)			
Các lực kẹp liên kết			
Mũi tâm cứng		–	
Mũi tâm di động		–	
Mũi tâm quay		–	
Rà theo dấu			–

6.5. ĐỒ GÁ – CÔNG DỤNG VÀ PHÂN LOẠI

Đồ gá là trang bị phụ được lắp trên máy để thực hiện nhiệm vụ gá đặt chi tiết gia công, nhằm xác định vị trí tương quan giữa dao cắt-chi tiết gia công giúp cho việc gia công diễn ra nhanh chóng, thuận tiện và chính xác.

Đồ gá có những công dụng chính sau đây :

- Đảm bảo được độ chính xác kích thước tương đối giữa dao cắt với chi tiết gia công, loại trừ được ảnh hưởng do sự không đều của loạt phôi gây ra.
- Giảm được thời gian phụ (thời gian gá đặt), tiết kiệm sức lao động của người thợ, góp phần tăng năng suất - hạ giá thành sản phẩm.
- Việc thiết kế-chế tạo đồ gá tạo khả năng sử dụng các thiết bị sẵn có của nhà máy cơ khí góp phần rút ngắn thời gian chuẩn bị gia công mặt hàng mới .

Người ta phân loại đồ gá theo điều kiện làm việc và điều kiện công nghệ.

* Theo điều kiện làm việc có thể chia ra :

- Đồ gá vạn năng : gá được nhiều loại chi tiết khác nhau trong nhiều nguyên công khác nhau, thường được sử dụng trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ (ví dụ như êtô - đồ gá được sử dụng trong gia công nguội, hoặc đi kèm trên các máy khoan, máy bào, máy phay,...)
- Đồ gá chuyên dùng : chỉ sử dụng cho một số trường hợp gia công chi tiết có công dụng riêng hoặc trong sản xuất loạt lớn, hàng khối (ví dụ như ống kẹp đàn hồi, tay máy,...).

* Theo điều kiện công nghệ chia ra : đồ gá trên máy khoan ; đồ gá trên máy bào ; đồ gá trên máy phay ; đồ gá trên máy tiện (mâm cặp ba chấu, mâm cặp bốn chấu, ụ động,...) ;...

6.6. CÁC THÀNH PHẦN CỦA ĐỒ GÁ

Một đồ gá hoàn chỉnh bao gồm :

- Thân đồ gá ;
- Đồ định vị ;
- Đồ kẹp chặt ;
- Các cơ cấu điều chỉnh, dẫn hướng ...

6.6.1. Đồ định vị

Đồ định vị là những chi tiết, cơ cấu của đồ gá có bề mặt tiếp xúc với bề mặt chuẩn của chi tiết gia công nhằm khống chế các bậc tự do chuyển động và đảm bảo chính xác vị trí cần thiết của nó trên máy.

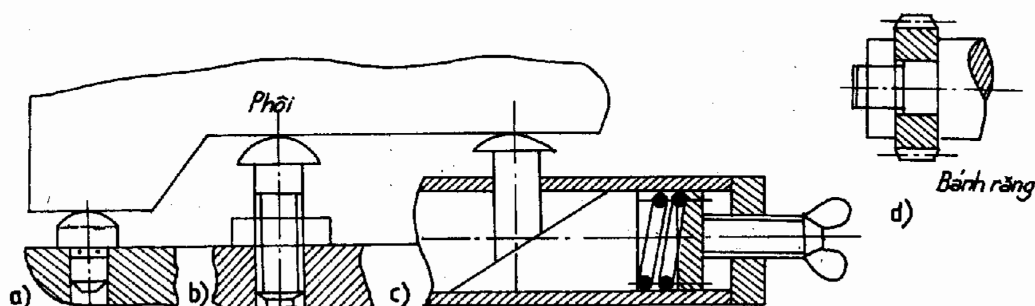
Đồ định vị phải đảm bảo những yêu cầu kỹ thuật sau đây :

- Bề mặt làm việc của đồ định vị (tiếp xúc với bề mặt chuẩn của chi tiết gia công) phải có diện tích bé, độ cứng cao, lâu mòn, tránh gây hư hỏng cho bề mặt chuẩn.
- Hệ thống đồ định vị cần có độ cứng vững cao, dễ điều chỉnh, gá lắp và thay thế.

Các loại đồ định vị thông dụng :

- Chốt tỳ cố định (Hình 6.16a) chốt tỳ điều chỉnh được (Hình 6.16b), dùng định vị mặt phẳng. Mỗi chốt tỳ khống chế một bậc tự do chuyển động. Đỉnh chốt có thể phẳng hoặc chỏm cầu. Để tăng độ cứng vững khi gá đặt ta dùng thêm các chốt tỳ phụ (Hình 6.16c).

Do khả năng tự lựa (tự điều chỉnh về độ cao) nên chốt tỳ phụ khi sử dụng không gây "siêu định vị".



Hình 6.16

- Khối V (Hình 6.7), dùng định vị các mặt chuẩn dạng hình trụ tròn xoay. Ví dụ khi định vị chi tiết dạng trục để phay rãnh then ; định vị chi tiết tay biên để gia công các lỗ lắp cổ chính, cổ biên,...

- Chốt gá (Hình 6.8) gồm : chốt trụ ngắn, chốt trụ dài, chốt trám để định vị chi tiết với nhiệm vụ chống dịch chuyển và chống xoay. Chốt gá được lắp có khe hở với lỗ tạo trên chi tiết gia công.

- Trục gá (Hình 6.16d) dùng để gá các chi tiết như bánh răng, bánh đai, bánh xích,... mà mặt chuẩn có dạng lỗ tròn xoay, lỗ có thể trụ hoặc côn (độ côn 1/1500 - 1/2000).

Trục gá rất đa dạng như : trục rút, trục gá bung ...

6.6.2. Đồ kẹp chặt

Đồ kẹp chặt là thành phần của đồ gá dùng để giữ chặt chi tiết gia công nhằm bảo tồn sự định vị trước tác động của lực cắt hoặc lực rung động trong quá trình gia công.

Theo nguồn gốc lực kẹp có thể chia ra :

- Đồ kẹp chặt bằng cơ khí : đồ kẹp chặt bằng ren vít, đòn kẹp ren vít, đồ kẹp chặt bằng bánh lệch tâm, đòn kẹp bánh lệch tâm, đồ định vị và kẹp chặt liên hợp,...

- Đồ kẹp chặt bằng thủy lực, khí nén : nguồn lực kẹp từ dầu ép, khí nén đẩy pitston có gắn đầu kẹp để giữ chi tiết gia công.

- Đồ định vị và kẹp chặt liên hợp với nguồn lực tạo ra bằng nam châm điện, chân không... Chi tiết gia công bị hút trên mặt đồ định vị như trường hợp gá đặt trên máy mài phẳng.

Các yêu cầu kỹ thuật đối với đồ kẹp chặt :

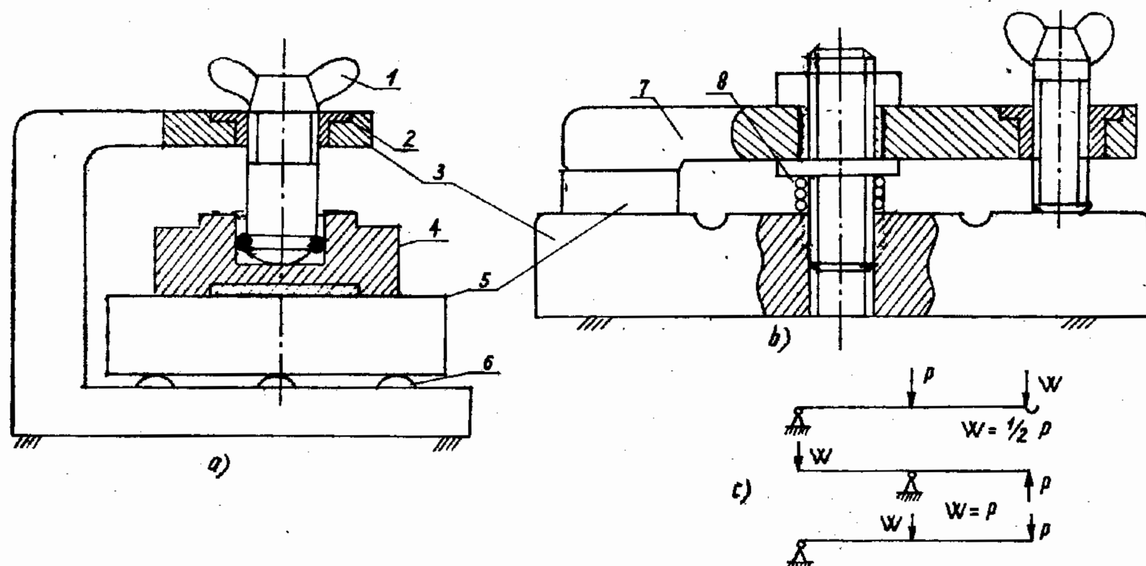
- Bảo tồn được sự định vị của chi tiết trong quá trình gia công ;

- Hạn chế ảnh hưởng của bề mặt kẹp và lực kẹp đến chi tiết gia công (như gây phá hủy hoặc biến dạng).

- Kết cấu đồ kẹp chặt cần đơn giản, thuận tiện cho thao tác và an toàn.

Các đồ kẹp chặt, đồ định vị,cơ cấu điều chỉnh, ... được liên kết với nhau qua thân đồ gá. Thân đồ gá được lắp trên máy để thực hiện nhiệm vụ gá đặt và truyền lực.

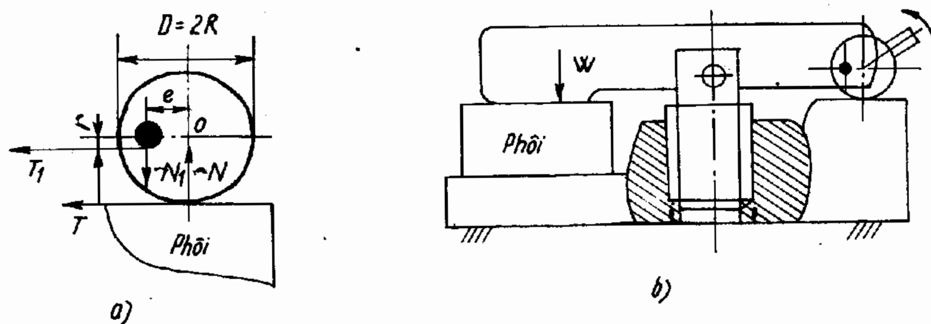
Dưới đây là một số đồ kẹp chặt bằng cơ khí thông dụng (Hình 6.17).



Hình 6.17

Trên hình 6.17a là ví dụ về một đồ gá có đồ kẹp chặt bằng ren vít; Hình 6.17b - đồ gá có đồ kẹp chặt bằng đòn ren vít. "Trong đó : *1 – Vít ren ; 2 – Bạc ren ; 3 – Thân đồ gá ; 4 – Đầu kẹp ; 5 – Chi tiết gia công ; 6 – Chốt tỳ (đồ định vị) ; 7 – Đòn kẹp ; 8 – Lò xo nén.*"

Hình 6.17c là sơ đồ bố trí đòn kẹp, ta có thể lựa chọn được sơ đồ có lợi về lực kẹp nhất.



Hình 6.18

Hình 6.18a biểu diễn cơ cấu kẹp bằng bánh lệch tâm. Bánh lệch tâm có đường kính D, quay quanh chốt đường kính d(= 2r) có vị trí lệch tâm với O của bánh (độ lệch tâm e). Lợi dụng hiện tượng tự hãm khi cho biên dạng bánh tiếp xúc với mặt của chi tiết gia công sẽ giữ cho chi tiết không thay đổi vị trí đã định vị.

Vật liệu bánh lệch tâm thường là Y7, Y8 (qua nhiệt luyện đạt độ rắn 48 - 52 HRC).

Khi tiến hành kẹp thì ở vùng tiếp xúc giữa bánh lệch tâm với phôi : phát sinh áp lực N, lực ma sát T; tại khớp lệch tâm phát sinh ra áp lực N_1, lực ma sát T_1. Nếu lấy mô men với tâm O :

$$T_1 r + TR = N_1 e$$

Thay : ($T_1 = fN_1$, $T = fN$, $N_1 = N$, f - hệ số ma sát giữa bánh và phôi) ta nhận được :

$$f(r + R) = e.$$

Nếu $f = 0{,}1$, thì $r + R = 10e$.

Khi thiết kế có thể lấy : $R = 7e$.

Hình 6.18b là đồ gá với cơ cấu kẹp bằng đòn bánh lệch tâm.

Kẹp chặt bằng bánh lệch tâm (hoặc đòn bánh lệch tâm) thì việc thao tác gá - tháo phôi nhanh nhưng khi có lực rung động lớn thì hiệu quả gá đặt thấp.

Hiện nay trong các máy tự động dây chuyền tự động,... sự hoạt động của các tay máy (robôt) đang đóng một vai trò chủ đạo. Đó cũng chính là bức tranh sinh động về tầm quan trọng và sự phát triển của đồ gá.

Chương 7

TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU VÀ THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

7.1. CƠ SỞ NÂNG CAO TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU

Tính công nghệ trong kết cấu là tính chất của chi tiết gia công nhằm đảm bảo tiêu hao kim loại ít nhất trong một điều kiện sản xuất nhất định

Tính công nghệ trong kết cấu ảnh hưởng trực tiếp đến giá thành sản phẩm. Để nâng cao tính công nghệ trong kết cấu thì ngay từ khi thiết kế chi tiết máy ta phải dựa vào một số cơ sở sau đây :

* Quy mô sản xuất, tính chất hàng loạt của sản phẩm.

Một kết cấu của chi tiết máy có thể có tính công nghệ cao với quy mô sản xuất này nhưng lại không có tính công nghệ cao với quy mô sản xuất khác.

* Tính công nghệ của kết cấu cần được nghiên cứu đối với toàn bộ sản phẩm.

Nếu tách từng chi tiết riêng lẻ để thiết kế kết cấu, khi mang ráp lại tính công nghệ của toàn bộ sản phẩm có thể bị kém đi.

* Tính công nghệ trong kết cấu phải được đặt ra và giải quyết triệt để trong từng giai đoạn của quá trình sản xuất.

Một chi tiết máy hoàn chỉnh phải qua nhiều giai đoạn của quá trình sản xuất (chế tạo phôi, gia công cơ, nhiệt luyện, lắp ráp, ...). Nên kết cấu của chi tiết có thể phù hợp với giai đoạn sản xuất này nhưng không phù hợp với giai đoạn sản xuất khác.

* Nghiên cứu tính công nghệ của kết cấu cần tính đến đặc điểm của nơi sản xuất ra sản phẩm ấy.

Cụ thể phải xét đến quy mô, trang thiết bị hiện có, trình độ và truyền thống sản xuất của sở tại đến các khả năng áp dụng các phương pháp công nghệ tiên tiến và tận dụng được các kinh nghiệm mà nhà máy (hãng) có.

7.2. CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU

Để dễ dàng đánh giá tính công nghệ ngay trong khi thiết kế ta thường dựa vào các mặt cụ thể sau đây :

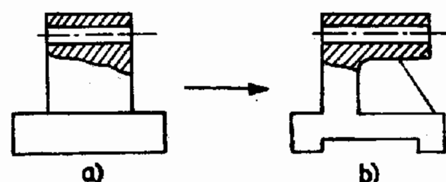
1. Khối lượng nhỏ nhất

Khi tính toán thiết kế phải tìm mọi cách để giảm khối lượng chi tiết :

- Sử dụng hệ số an toàn vừa đủ đảm bảo độ bền và tính năng làm việc của chi tiết máy ;
- Tăng cường độ cứng vững của kết cấu bằng cách tạo gân hoặc thay đổi vật liệu (Hình 7.1b);
- Lượng dư phôi cần đảm bảo đồng đều và có hệ số sử dụng vật liệu hợp lý :

$\eta = \frac{g}{G} \geq 0,75$; g : khối lượng chi tiết ;

G : khối lượng phôi.



Hình 7.1

2. Chọn thống nhất chủng loại vật liệu, ưu tiên đối với các vật liệu rẻ–dễ kiếm

Chủng loại vật liệu càng ít, mức thống nhất càng cao thì việc dự trù, mua sắm, quản lí sử dụng càng đơn giản, thuận tiện.

Cần hạn chế dùng các kim loại đắt, hiếm, (kim loại - hợp kim mầu). Nếu vật liệu ở địa phương sẵn có thì nên dùng vì giảm được giá thành vận chuyển và kích thích được phát triển công nghiệp trong cả địa bàn.

3. Chọn độ chính xác, độ bóng và ghi kích thước gia công hợp lí

Nếu chọn độ chính xác, độ bóng cao một cách không cần thiết thì làm cho giá thành chế tạo tăng lên.

Việc chọn đúng các mặt chuẩn và ghi kích thước hợp lí sẽ giúp việc gia công, lắp ráp thuận tiện hơn.

Muốn ghi kích thước hợp lí phải thỏa mãn các yêu cầu sau :

- Kết hợp chuẩn định và gốc kích thước với nhau ;
- Dễ đạt được kích thước khi điều chỉnh máy ;
- Dùng các đồ gá, dao cắt, dụng cụ đo thông dụng nhất ;
- Có thể kiểm tra kích thước một cách đơn giản ngay trên máy (kể cả kiểm tra lần cuối) ;
- Không phải tính lại kích thước khi gia công và khi đo kiểm ;
- Bảo đảm trình tự gia công hợp lí nhất ;
- Bảo đảm chuỗi kích thước là ngắn nhất.

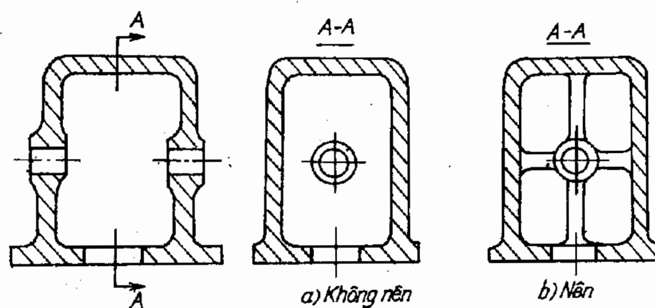
4. Thống nhất hóa, tiêu chuẩn hóa các chi tiết và bề mặt gia công

Trong một sản phẩm nếu các kích thước, các bề mặt theo tiêu chuẩn càng nhiều và số loại càng ít thì tính công nghệ càng cao. Những chi tiết như bu lông, ốc vít,... thì nên tận lượng theo tiêu chuẩn và dùng các loại giống nhau càng nhiều càng tốt. Những chi tiết có công dụng chung khác như : bánh răng, trục, tay gạt, tay biên, các mặt bích,... thì nên xếp thành từng nhóm riêng. Còn các chi tiết thuộc về trang trí không nên lặp lại cùng một kiểu mà phải luôn cải tiến cho đẹp, hợp thị yếu khách hàng.

5. Hình dáng của chi tiết phải hợp lí khi gia công cơ

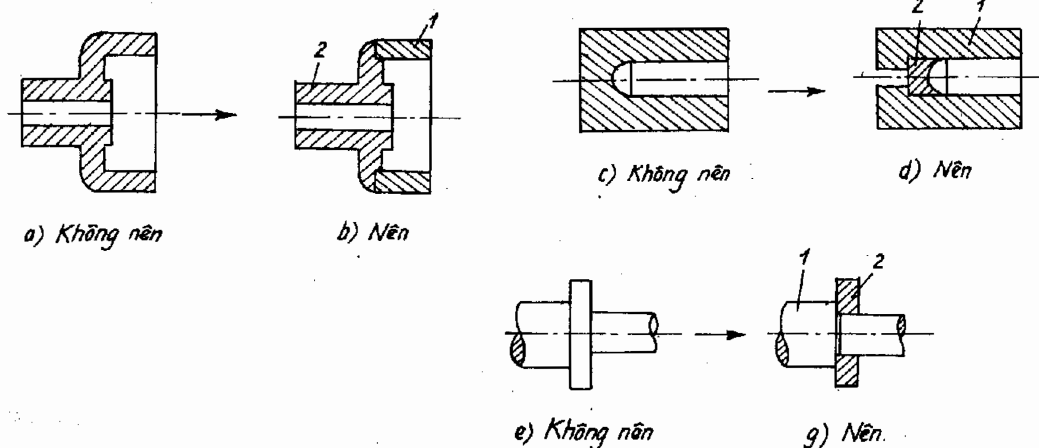
Để đảm bảo cho khả năng gia công cơ các chi tiết bằng các phương pháp có năng suất cao thì kết cấu chi tiết phải thỏa mãn các yêu cầu sau :

- Chi tiết phải có độ cứng vững cần thiết khi gia công (Hình 7.2b) ;



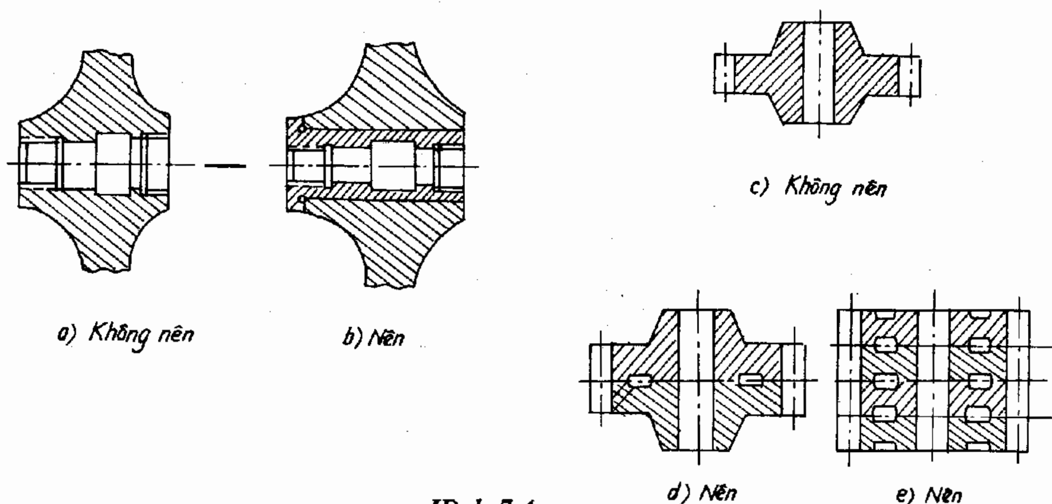
Hình 7.2

- Phân chia chi tiết phức tạp thành những chi tiết đơn giản rồi dùng hàn, ép,... nối chúng lại với nhau (Hình 7.3.b. d.g) ;



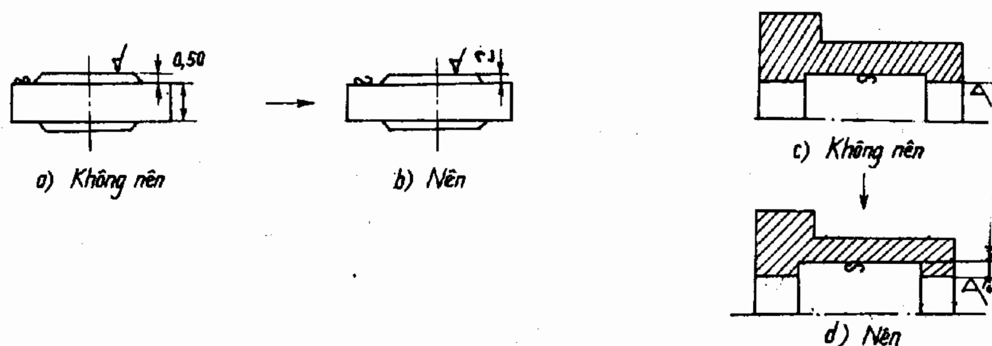
Hình 7.3

- Kết cấu sao cho khi gia công có thể gá được nhiều chi tiết một lúc (Hình 7.4.d. e);



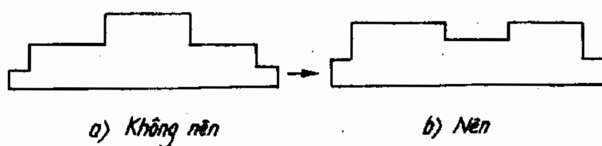
Hình 7.4

- Cần phân rõ ranh giới bề mặt gia công và không gia công (Hình 7.5b) ; giữa các bề mặt gia công trên các nguyên công khác nhau (Hình 7.5d) ;



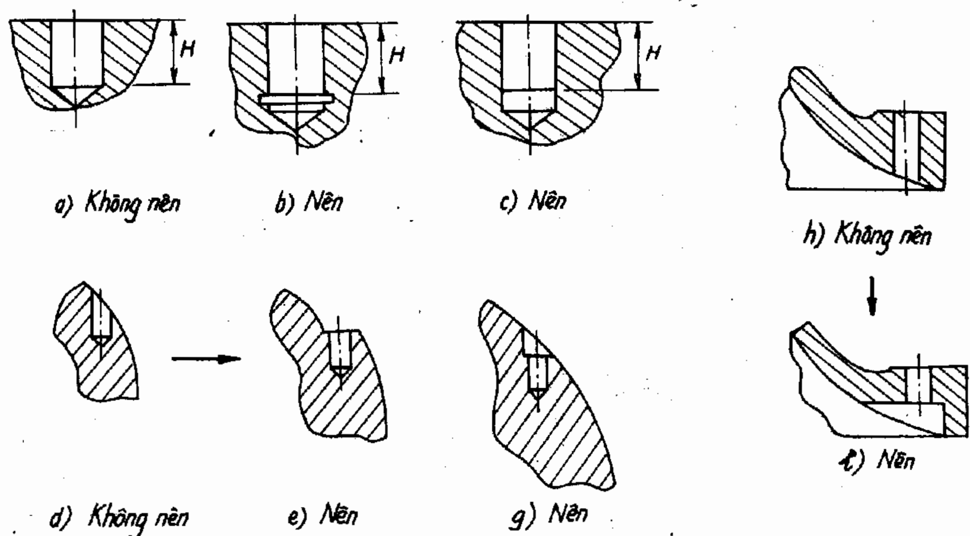
Hình 7.5

- Kết cấu sao cho khi gia công có ít đường chuyển dao nhất. Ta có thể bố trí các bề mặt gia công trên cùng một phương (Hình 7.6b)



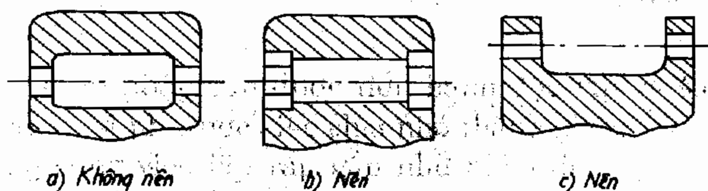
Hình 7.6

- Kết cấu chi tiết sao cho việc ăn dao và thoát dao diễn ra thuận tiện nhất (Hình 7.7b.c.e.g.i) ;



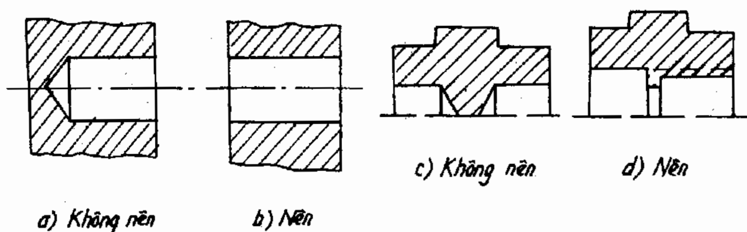
Hình 7.7

- Kết cấu sao cho đơn giản hóa được các bề mặt định hình (Hình 7.8b,c).



Hình 7.8

- Các rãnh, lỗ nên thông suốt (Hình 7.9b,d) ;



Hình 7.9

- Kết cấu tạo điều kiện tận lượng được các loại dụng cụ tiêu chuẩn.

6. Hình dáng của chi tiết hợp lí trong khi lắp ráp

Muốn có một kết cấu chi tiết hợp lý trong khi lắp ráp người thiết kế cần giải quyết tốt các vấn đề có tính nguyên tắc sau :

- Số chi tiết trong một bộ phận lắp ít nhất nhưng vẫn bảo đảm tính năng kỹ thuật đề ra ;
- Việc lắp ráp các bộ phận cần được tiến hành độc lập và song song. Khi thiết kế một sản phẩm cần dự định trước việc chia nhỏ thành những bộ phận độc lập-hoàn chỉnh, có khối lượng công việc lắp ráp gần như nhau để ổn định nhịp độ lắp ráp. Còn việc lắp ráp các bộ phận tiến hành song song sẽ rút ngắn được chu kỳ lắp ráp ;
- Để lắp dễ dàng, cần vát mép đầu trục và miệng lỗ ;
- Không nên để một bề mặt phải chịu hai mối ghép có độ dôi ;
- Cần giảm bớt bề mặt có trượt khi lắp ;
- Các mối lắp có nhiều khâu thì cần lập và giải chuỗi kích thước hợp lý ;
- Xác định vị trí của chi tiết và các bề mặt lắp ráp của nó trong bộ phận máy ;
- Tránh tới mức tối đa việc cạo sửa và gia công cơ khi lắp ráp.

7.3. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

Bất kỳ một sản phẩm nào trước khi đưa vào sản xuất đều phải qua giai đoạn chuẩn bị sản xuất. Một trong những công việc chính của công tác chuẩn bị sản xuất là thiết kế quy trình công nghệ gia công cơ.

Thiết kế quy trình công nghệ gia công cơ là thiết lập những văn kiện, tài liệu để căn cứ vào đó mà thực hiện việc gia công và định mức các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cũng như lập kế hoạch điều độ sản xuất trong nhà máy,...

Khi sản xuất được triển khai thì quy trình công nghệ đã duyệt được coi là pháp lệnh.

Mức độ phức tạp của quy tình công nghệ phụ thuộc vào dạng sản xuất. Đối với sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ quy trình công nghệ bao gồm trình tự các nguyên công và chỉ ra một số yếu tố khác như máy, dao, chế độ cắt, thời gian gia công, bậc thợ,... Trong sản xuất loạt lớn, hàng khối thì quy trình công nghệ rất quy mô, tỷ mỉ và bao gồm nhiều tài liệu khác nhau.

Để có được quy trình công nghệ tốt cần tôn trọng các điều kiện sau :

- Đảm bảo chất lượng sản phẩm ;
- Giá thành chế tạo phải hạ nhất ;
- Áp dụng được những thành tựu khoa học kỹ thuật mới nhất ;
- Phù hợp với điều kiện cụ thể của nhà máy (tổ chức sản xuất, năng lực về vật tư, thiết bị và con người) ;
- Tranh thủ sử dụng các sáng kiến, kinh nghiệm hợp lí hóa sản xuất của nhà máy ;
- Ứng dụng được những hình thức tổ chức sản xuất tiên tiến.

Khi thiết kế một quy trình công nghệ cần chú ý tới các yếu tố :

- Hình dáng và kích thước chi tiết gia công ;
- Vật liệu và chế độ nhiệt luyện ;
- Sản lượng và mức độ ổn định của sản phẩm ;
- Khả năng sản xuất của nhà máy.

Có hai trường hợp lập quy trình công nghệ là : lập quy trình công nghệ theo đồ án và lập quy trình theo điều kiện sản xuất đang tồn tại.

* Lập quy trình công nghệ theo đồ án là thiết kế quy trình cho sản phẩmcủa một nhà máy mới theo các tài liệu ban đầu của nó. Ở đây, cho phép chọn thiết bị thích hợp nhất cho mỗi nguyên công rồi sau đó tính phụ tải của máy. Trên cơ sở quy trình đã thiết kế đi hoạch định thiết bị cho từng phân xưởng trong nhà máy.

Trong trường hợp này, có thể sửa đổi quy trình công nghệ ít nhiều mà vẫn đảm bảo được nguyên tắc.

* Lập quy trình công nghệ theo điều kiện sản xuất đang tồn tại.

Trong trường hợp này, quy trình công nghệ chịu những hạn chế chặt chẽ hơn về thiết bị, diện tích, khả năng gia công của máy, kế hoạch sản xuất, ... nhưng lại được thừa kế những kinh nghiệm sản xuất của nhà máy hiện hành.

7.4. NHỮNG TÀI LIỆU BAN ĐẦU ĐỂ THIẾT KẾ MỘT QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

1. Bản vẽ chế tạo của chi tiết, với :

- Mặt cắt, hình chiếu của chi tiết đầy đủ, rõ ràng ;
- Ghi đầy đủ kích thước, dung sai và các điều kiện kỹ thuật khác ;
- Ghi rõ những chỗ cần gia công đặc biệt ;
- Ghi rõ vật liệu, phương pháp nhiệt luyện và độ cứng yêu cầu.

2. Sản lượng chi tiết kể cả phần dự trữ ;

3. Hình vẽ bộ phận sản phẩm trong đó có chi tiết gia công ;

4. Những tài liệu về thiết bị (thuyết minh máy, các tiêu chuẩn về dao, đồ gá,...)

Ngoài ra còn một số tài liệu khác :

- Tiêu chuẩn dung sai, lượng dư và tài liệu tính toán nó ;
- Sổ tay đồ gá, các bức tranh chỉ dẫn về đồ gá, dụng cụ cắt, dụng cụ đo kiểm,...
- Tiêu chuẩn về chế độ cắt, về định mức kinh tế, kỹ thuật,...
- Tiêu chuẩn về vật liệu trong chế tạo máy.

7.5. TRÌNH TỰ THIẾT KẾ MỘT QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

7.5.1. Trình tự

1. Nghiên cứu bản vẽ chi tiết, kiểm tra lại tính công nghệ của nó ;
2. Phân loại chi tiết, sắp đặt vào các nhóm ;
3. Xác định dạng sản xuất ;
4. Chọn phôi và phương pháp chế tạo phôi ;
5. Xác định chuẩn và chọn cách định vị cho mỗi nguyên công ;
6. Lập thứ tự cho các nguyên công ;
7. Chọn máy cho mỗi nguyên công ;
8. Tính lượng dư và dung sai lượng dư cho mỗi nguyên công ;
9. Chọn dụng cụ cắt, dụng cụ đo lường và thiết kế những dụng cụ đặc biệt ;
10. Chọn đồ gá (hoặc thiết kế đồ gá nếu cần) ;
11. Xác định chế độ cắt ;
12. Định cấp bậc thợ ;
13. Định mức thời gian, năng suất, tính toán và so sánh phương án về mặt kinh tế ;
14. Vẽ các sơ đồ nguyên công và ghi vào phiếu công nghệ.

Nội dung các bước trên đều cần thiết nhưng mức độ thì khác nhau, tùy thuộc theo dạng sản xuất và trường hợp cụ thể mà trình tự có thể thay đổi đôi chút (ví dụ chi tiết đơn giản có thể lấy lượng dư theo kinh nghiệm hoặc tra bảng mà không cần phải tính toán).

7.5.2. Một số vấn đề cụ thể

1. Nguyên tắc xác định trình tự các nguyên công.

- Nghiên cứu để chọn đúng chuẩn thô và cách thực hiện nguyên công đầu tiên ;
- Xác định trình tự các nguyên công kế tiếp và cách chọn chuẩn tinh ;
- Chọn phương pháp gia công tinh lần cuối các bề mặt quan trọng (căn cứ vào yêu cầu độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt).
- Cố gắng đảm bảo tính thống nhất về chuẩn tinh ;
- Chú ý tới các nguyên công có thể sinh ra phế phẩm (cần đặt nó lên trước hoặc bố trí thêm bước kiểm tra trung gian) ;
- Chú ý tới nguyên công dễ sinh biến dạng như gia công thô hoặc nhiệt luyện (cần tách nó khỏi các nguyên công gia công tinh hoặc thêm vào các nguyên công thường hóa, nắn thẳng) ;
- Giảm số lần gá xuống ít nhất và tăng số vị trí mỗi lần gá lên cao nhất.

2. Vấn đề chọn thiết bị.

Chọn máy cần tuân theo các nguyên tắc sau :

- Chọn máy có công suất và độ cứng vững cần thiết ; có phụ tải tương xứng và kích thước thích hợp ;
- Năng suất của máy phải phù hợp với dạng sản xuất (sản xuất đơn chiếc - loạt nhỏ dùng máy vạn năng ; sản xuất loạt lớn - hàng khối thì dùng máy chuyên dùng, máy tự động - bán tự động) ;
- Cố gắng phân chia : máy gia công thô, máy gia công tinh.

3. Thiết kế các trang bị công nghệ .

Các trang thiết bị công nghệ bao gồm : đồ gá, dụng cụ cắt, dụng cụ phụ (dùng gá đặt dao cắt).

Sau khi thiết kế quy trình công nghệ, ta phải tiến hành thiết kế các trang thiết bị công nghệ khác nhằm thỏa mãn các yêu cầu về công nghệ của quy trình.

Tùy theo dạng sản xuất mà thiết kế các đồ gá, dao cắt, dụng cụ phụ,... phù hợp với nó.

4. Phiếu tiến trình công nghệ, phiếu quy trình công nghệ và phiếu nguyên công.

* Phiếu tiến trình công nghệ (Bảng 7.1). Chỉ rõ đường lối tổng quát chế tạo chi tiết. Trên phiếu chỉ ghi nguyên công mà không ghi các bước. Ngoài ra còn ghi rõ máy, dụng cụ, đồ gá cần dùng, số chi tiết trong một loạt, thời gian gia công...

Phiếu tiến trình công nghệ là cơ sở để căn cứ vào đó định ra kế hoạch sản xuất và tổ chức sản xuất, nó thường dùng trong dạng sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ.

Bảng 7.1. Phiếu tiến trình công nghệ.

Tên nhà máy		Phiếu tiến trình công nghệ		Số	Tờ số	Tổng số tờ	Bản vẽ số	Chi tiết số
vật liệu		trọng lượng chi tiết			tên sản phẩm			
hình dáng và kích thước vật liệu		trọng lượng phôi			tên chi tiết			
hình dáng phôi		trọng lượng tịnh			số chi tiết trong sản phẩm		số chi tiết trong loạt	
số phôi		tiêu hao vật liệu						

tên phân xưởng	số thứ tự nguyên công	tên nguyên công	số hiệu phiếu nguyên công	thiết bị	đồ gá	dụng cụ		cấp bậc thợ	thời gian một chiếc	giá thành một chiếc	thời gian kết thúc mỗi nguyên công	
						tên dụng cụ cắt gọt	tên dụng cụ đo				định mức thời gian	thời gian một chiếc
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

sửa đổi	ngày	số tài liệu	ký tên	ngày	số tài liệu	ký tên	ngày	số tài liệu	ký tên

người lập phiếu	ngày	duyệt	ngày	đồng ý	ngày	

Bảng 7.2. Phiếu quy trình công nghệ.

Tên nhà máy Tên phân xưởng	Phiếu quy trình công nghệ	Số	Tờ số	Tổng số tờ	Bản vẽ số	Chi tiết số
Sơ đồ chi tiết		tên sản phẩm				
		tên chi tiết				
		vật liệu		trọng lượng phôi		
		loại phôi		trọng lượng chi tiết		
		hình dáng và kích thước phôi		tiêu hao		
		số lượng phôi			từ đâu đến	
		số chi tiết trong một sản phẩm		chi tiết	đi đâu	
		số chi tiết trong một loạt				

Thứ tự nguyên công	Thứ tự bước	Tên nguyên công	Kí hiệu bề mặt gia công	Thiết bị	Đồ gá	Dụng cụ			Số lần chạy dao	Chế độ cắt				Bậc thợ	Định mức thời gian phút						Giá thành	
						Cắt gọt	Phụ	Đo		Tốc độ cắt v/ph	Số vòng quay	Chiều sâu cắt mm	Bước tiến mm/ph		Thời gian phục vụ	Thời gian cơ bản		Thời gian phụ	Thời gian một chiếc	Định mức chiếc /giờ	Thời gian chuẩn bị kết thúc	Giá thành một chiếc
																Thời gian máy	Thời gian tay					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Sửa chữa	ngày	số	ký tên	ngày	số	ký tên	ngày	số	ký tên	ngày	số	ký tên

Người lập phiếu	ngày		duyệt		ngày		đồng ý		ngày

Bảng 7.3. Phiếu nguyên công.

<table>
<tr><td rowspan="2">Tên nhà máy</td><td rowspan="2">Phiếu nguyên công</td><td colspan="2">Tên sản phẩm</td><td colspan="2">Tên chi tiết</td><td colspan="2">Chi tiết số</td><td></td><td>Tổng số tờ</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">Nguyên công số</td><td></td><td>Tờ số</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="13"></td><td colspan="2">Tên nguyên công</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Phân xưởng</td><td colspan="2">Tờ</td><td colspan="2">Máy</td><td>Số liệu</td><td>Đánh số</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Số phôi trong một lần</td><td colspan="2">Vật liệu</td><td>Nhãn hiệu</td><td>Độ cứng</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">Đồ gá</td><td colspan="3">Đánh số</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Số chi tiết</td><td>Thời gian</td><td colspan="4">Định mức thời gian</td><td></td></tr>
<tr><td>Trong 1 loạt</td><td>Trong 1 đợt gia công</td><td>Chuẩn bị kết thúc</td><td>Cơ bản</td><td>Phụ</td><td>các thời gian khác</td><td>Thời gian 1 chiếc</td><td>Bậc thợ</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Dung dịch làm lạnh</td><td colspan="6"></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">Thứ tự bước</td><td rowspan="2">Tên bước</td><td colspan="3">Dụng cụ</td><td colspan="4">Số liệu tính</td><td colspan="4">Chế độ cắt</td><td colspan="2">Định mức thời gian</td></tr>
<tr><td>Dụng cụ cắt</td><td>Dụng cụ phụ</td><td>Dụng cụ đo</td><td>Kích thước gia công</td><td>Số lần chạy dao</td><td>Chiều dài chạy dao</td><td>Chiều dài gia công</td><td>Chiều sâu cắt</td><td>Bước tiến</td><td>Tốc độ cắt</td><td>Số vòng quay</td><td>Thời gian cơ bản</td><td>Thời gian phụ</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Người lập phiếu</td><td>ngày</td><td colspan="2">duyệt</td><td colspan="2">ngày</td><td colspan="2">đồng ý</td><td>ngày</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

* Phiếu quy trình công nghệ (Bảng 7.2) : vẽ sơ đồ chi tiết gia công và ghi rõ các kích thước chi tiết gia công.

Phiếu này dùng để hướng dẫn việc chuẩn bị sản xuất và là tài liệu cơ bản hướng dẫn người thợ thực hiện sản xuất. Phiếu này dùng nhiều trong sản xuất hàng loạt.

* Phiếu nguyên công (Bảng 7.3). Trên phiếu có một bản vẽ sơ đồ nguyên công thể hiện rõ cách định vị, kẹp chặt, kích thước gia công dung sai, nhám bề mặt, vị trí tương đối giữa dao và bề mặt gia công. Phiếu nguyên công dùng trong các dạng sản xuất hàng loạt "vừa" đến hàng khối.

Trong phiếu nguyên công : mặt gia công thường được tô màu đỏ, mặt định vị tô màu xanh.

Ngoài ra còn có : "Phiếu điều chỉnh" dùng để hướng dẫn điều chỉnh máy tự động, bán tự động ; "Phiếu kiểm tra" dùng cho các bộ phận kiểm tra chất lượng sản phẩm (KCS).

7.6. LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN CÔNG NGHỆ

Khi thiết kế quy trình công nghệ thường phải chọn phương án tốt nhất trong số các phương án lập ra. Phương án được chọn phải có năng suất lao động bình quân cao hơn năng suất lao động của phương án đang thực hiện trong nhà máy hoặc cao hơn mức năng suất lao động khi sản xuất chi tiết đó ở nhà máy khác.

Các phương án công nghệ đem ra so sánh cần được tính giá thành gia công theo cùng một phương pháp (thường là phương pháp gần đúng, sai số không quá 10% so với thực tế).

Ta kí hiệu : G_1 G_2 G_3 ... G_n ; G_i - giá thành đem ra so sánh (i = 1,2,3,...,n) ; Còn G_o là giá thành đang thực hiện ở trong nhà máy (hoặc nhà máy khác).

Mức độ giảm giá thành ΔG_i ($\Delta G_i = G_o - G_i$) : Nếu $\Delta G_i > 0$ (giá thành giảm) ; $\Delta G_i < 0$ (giá thành tăng) và ta có thể loại ngay phương án này. Những phương án còn lại được đem ra so sánh trên cơ sở tính toán tiền lời do giảm giá thành mà nhà máy nhận được trong thời gian sản xuất sản phẩm.

Tiền lời do một phương án mang lại cho xí nghiệp ($\mathscr{L}_i$) :

$$\mathscr{L}_i = T.X\Delta G_i - A_i.$$

Trong đó :

T - Thời gian nhà máy lập quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm i ;

X - Sản lượng hàng năm của sản phẩm đó.

A_i - Vốn đầu tư thêm của sản phẩm thứ i.

Khi ($\mathscr{L}_i > 0$) ta có phương án đưa lại hiệu quả kinh tế cho nhà máy.

Nếu có nhiều phương án đưa lại lời cho nhà máy ta có thể chọn theo một trong những chỉ tiêu sau :

- Trường hợp vốn đầu tư không hạn chế thì phương án đưa lại lời nhiều nhất ($\mathscr{L}_{max}$) sẽ được chọn.

- Nếu điều kiện đầu tư hạn chế, phương án được chọn sẽ là phương án đưa lại lời cho một đồng vốn đầu tư nhiều nhất (phương án có tỷ số $\frac{\mathscr{L}_i}{A_i}$ lớn nhất).

Tuy nhiên cần biết rằng khi chọn lựa phương án theo một trong hai chỉ tiêu trên đây, ta mới chỉ xuất phát từ quyền lợi riêng của nhà máy mình mà thôi. Cần phải có cách nhìn tổng quát, ngoài quyền lợi riêng của nhà máy, bộ phận ta cần phải chú ý tới quyền lợi chung của cả tập đoàn, của ngành và lợi ích chung của nền kinh tế quốc dân.

Chương 8
GIA CÔNG TRÊN MÁY TIỆN

8.1. TÍNH CHẤT CỦA TIỆN

Tiện là phương pháp gia công cắt gọt kim loại thông dụng nhất. Trong các nhà máy cơ khí, máy tiện chiếm số lượng lớn nhất, khoảng 30 đến 40%.

Chuyển động chính khi tiện là chuyển động quay tròn của phôi, chuyển động chạy dao là chuyển động thẳng của dao tiện theo phương dọc trục hoặc hướng kính của phôi

Tốc độ cắt trung bình khi tiện được xác định theo công thức :

$$v = \frac{\pi.D_o.n}{1000} \text{ [m/phút]}.$$

trong đó :

D_o - Đường kính trung bình của bề mặt cần gia công và bề mặt đã gia công [mm].

n - Số vòng quay của phôi trong một phút [vg/ph].

Lượng chạy dao (bước tiến) được biểu thị bằng quãng đường của mũi dao di chuyển sau một vòng quay của phôi, có đơn vị tính là : mm/vòng.

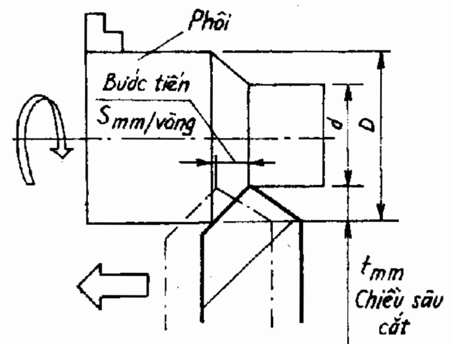
Chiều sâu cắt được tính theo công thức :

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ [mm]}$$

Trong đó :

D - Đường kính của bề mặt cần gia công [mm].

d - Đường kính của bề mặt đã được gia công [mm].



Hình 8.1
Chế độ cắt khi tiện

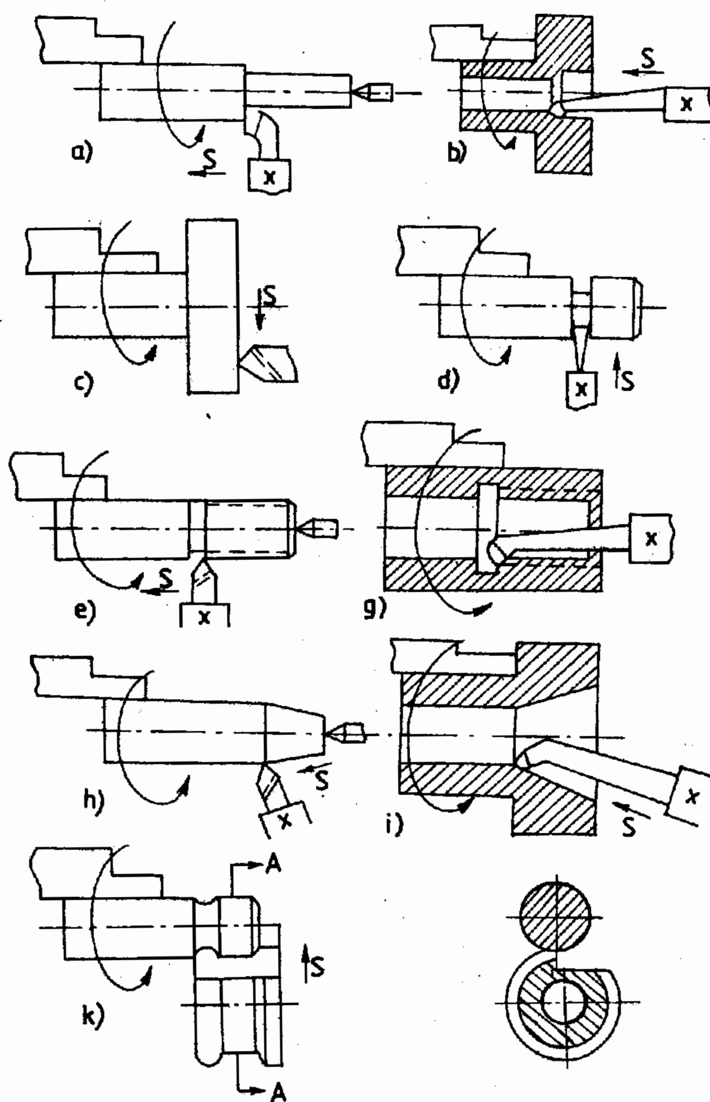
8.2. KHẢ NĂNG CÔNG NGHỆ CỦA TIỆN

Tiện chủ yếu để gia công các bề mặt có dạng tròn xoay như mặt trụ ngoài, trụ trong, mặt côn ngoài, côn trong, các mặt đầu, mặt định hình tròn xoay, ren trong, ren ngoài, xem hình 8.2.

Độ chính xác của gia công tiện phụ thuộc vào các yếu tố sau đây :

- Độ chính xác của máy tiện.
- Độ cứng vững của hệ thống công nghệ.
- Dụng cụ cắt.
- Trình độ tay nghề của công nhân.

Chất lượng bề mặt chi tiết gia công phụ thuộc vào các yếu tố như vị trí bề mặt gia công (mặt ngoài, mặt trong, mặt đầu) và phương pháp gia công (tiện thô, bán



Hình 8.2 Các dạng bề mặt khi gia công tiện

tinh, tiện tinh). Bảng 8.1 sau đây sẽ thể hiện độ chính xác kích thước và chiều cao nhấp nhô bề mặt theo các phương pháp tiện khác nhau. Các số liệu trong bảng là dựa theo tiêu chuẩn nhà nước Việt Nam (TCVN).

Bảng 8.1

Dạng bề mặt và phương pháp tiện	Độ chính xác kích thước (TCVN)	Chiều cao nhấp nhô L [μm]	
		R_a	R_z
1	2	3	4
1) Tiện ngoài			
- Thô	13-12	-	80
- Bán tinh	11-9	-	40
- Tinh	8-7	2,5	-
- Tinh mỏng	7-6	1,25-0,63	-
2) Khoan	12-11	-	40-20
3) Khoét			
- Thô	12-11	-	40
- Bán tinh	11	-	20
- Tinh	9-8	2,5	-
4) Doa			
- Thô	9-8	2,5-1,25	-
- Tinh	7-6	0,63 - 0,32	-
- Tinh mỏng	6	0,16	-
5) Tiện trong			
- Thô	13-12	-	80-40
- Bán tinh	11-10	-	40-20
- Tinh	9-7	2,5-0,63	
- Tinh mỏng	6-5	0,32-0,08	
6) Xén mặt đầu			
- Thô	12	-	40
- Bán tinh	11	-	20
- Tinh mỏng	8-7	2,5-1,25	-

Độ chính xác về vị trí tương quan như độ đồng tâm giữa các bậc của trục, giữa mặt trong và mặt ngoài có thể đạt tới 0,01 mm tùy thuộc vào phương pháp gá đặt phôi.

Năng suất gia công tiện phụ thuộc vào nhiều yếu tố như độ chính xác về hình dạng, kích thước và vị trí tương quan của các chi tiết, phương pháp gá đặt, vật liệu làm dao, kết cấu dao, vật liệu gia công, dung dịch trơn nguội.v.v. Nhìn chung năng suất của tiện là thấp. Muốn nâng cao năng suất khi tiện phải có những giải pháp công nghệ thích hợp cụ thể.

8.3. GÁ ĐẶT CHI TIẾT KHI TIỆN

Khi tiện ta có thể có một số cách gá đặt chi tiết như sau :

- Gá trên mâm cặp 3 chấu tự định tâm (mặt ngoài hoặc mặt trong) đối với chi tiết ngắn, có $l < 5d$.

- Gá trên một đầu vào mâm cặp 3 chấu và một đầu vào mũi tâm khi :

$$10 \geq \frac{l}{d} \geq 5$$

- Gá trên mâm cặp 4 chấu không tự định tâm.
- Gá vào 2 lỗ tâm có sử dụng kẹp tốc khi $\frac{l}{d} > 10$.
- Gá trên các loại trục gá khi chuẩn là mặt trong.
- Gá trên các loại đồ gá chuyên dùng.

Trong thực tế, kiểu gá một đầu vào mâm cặp 3 chấu tự định tâm và một đầu vào mũi tâm được sử dụng nhiều nhất.

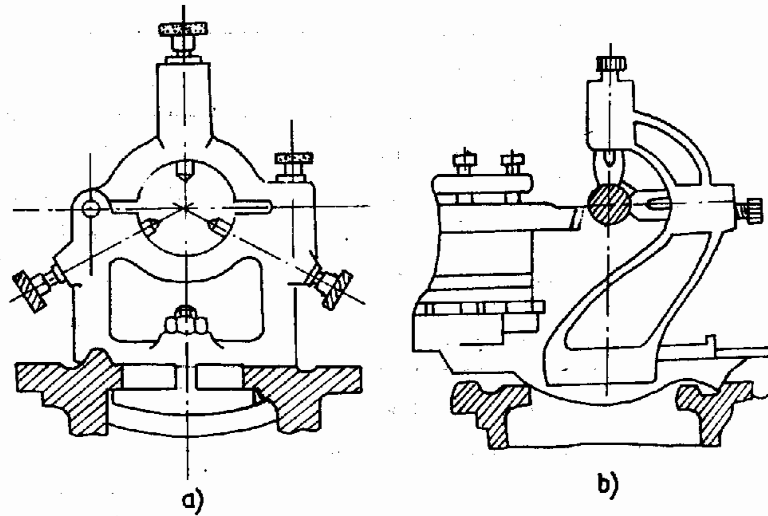
Đối với những trục dài, yếu, có $\frac{l}{d} > 12$, ngoài việc trục được gá trên mâm cặp và mũi tâm còn phải dùng luy-nét (giá đỡ) để tăng độ cứng vững cho chi tiết.

Có hai loại luy-nét, đó là luy-nét tĩnh và luy-nét động (Hình 8.3a,b).

Luy-nét tĩnh được gá cố định trên bàn máy tiện

Luy-nét động thường được gắn trên xe dao và nó di chuyển theo dao trong quá trình cắt.

Luy-nét động có độ cứng vững kén hơn nhưng do được di chuyển theo dao nên luôn luôn nằm gần vị trí của dao cắt nên phát huy được tác dụng hơn so với luy-nét tĩnh. Luy-nét động thường chỉ sử dụng khi tiện trục trơn.

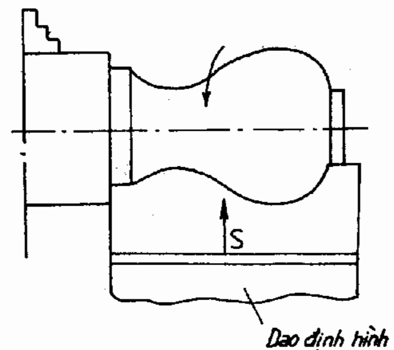


Hình 8.3 Cấu tạo các loại luy-nét
a) Luy nét tĩnh ; b) Luy nét động

8.4. DAO TIỆN

Trong chương 4 (phần dao cắt kim loại) đã giới thiệu rất kỹ về các thông số hình học của dao tiện và vật liệu để chế tạo chúng vì vậy trong phần này chỉ giới thiệu dao tiện thuộc khía cạnh công nghệ.

Tùy theo từng dạng bề mặt cần gia công, tùy theo mục đích sử dụng và tùy theo phương pháp tiện mà ta có thể sử dụng một trong các loại dao được nêu trong bảng 8.2. Ngoài các loại dao tiện được nêu trong bảng 8.2, khi tiện ta còn có thể sử dụng một số loại dao khác như mũi khoan, mũi khoét (xem ở chương 10) để gia công lỗ và các loại dao tiện định hình để gia công các bề mặt trụ có đường sinh trùng với biên dạng lưỡi cắt của dao.



Hình 8.4 Dao tiện định hình

Bảng 8.2. Các loại dao tiện thông dụng.

Dao tiện đầu thẳng	Phải	
	Trái	
Dao tiện đầu cong	Phải	
	Trái	
Dao tiện mặt đầu	Phải	
	Trái	
Dao tiện rãnh		
Dao tiện tinh		
Dao tiện góc	Phải	
	Trái	
Dao tiện trong		
Dao tiện cắt	Phải	
	Trái	
Dao tiện ren ngoài	Phải	
	Trái	
Dao tiện ren trong		
Dao tiện góc trong		

8.5. MÁY TIỆN

8.5.1. Phân loại máy tiện

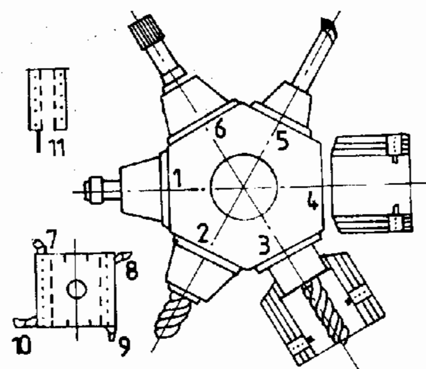
Máy tiện có rất nhiều loại và được chia thành các nhóm như sau :

1- Nhóm máy tiện vạn năng là nhóm máy phổ biến, dùng để gia công các loại ren và nhiều loại chi tiết khác nhau (trừ các chi tiết có đường kính quá lớn)

2- Máy tiện cụt có thể gia công các chi tiết có đường kính tương đối lớn nhưng chiều dài chi tiết lại hạn chế.

3- Máy tiện đứng có mâm cặp rất lớn có trục chính theo phương thẳng đứng, có thể gia công các chi tiết có đường kính rất lớn (đến 20 mét) nhưng chiều cao (dài) thì hạn chế, loại máy này có thể có 2 đến 4 đầu gá dao

4- Máy tiện Revonve (nhiều dao) là máy sử dụng đầu revonve có gá nhiều dao (Hình 8.5) để giảm thời gian thay dao và có thể có nhiều dao cùng cắt đồng thời.



Hình 8.5 Đầu revonve

5- Máy tiện nửa tự động và tự động là loại máy mà mọi công việc hoặc một phần công việc là do máy tự động thực hiện mà không cần đến thao tác của con người.

6- Máy chuyên dùng để gia công một hay vài loại chi tiết nhất định như máy tiện trục khuỷu, máy tiện ốc vít.v.v...

7- Máy điều khiển chương trình số là loại máy mà một phần hay toàn bộ công việc được máy tính can thiệp bằng các chương trình do các nhà công nghệ lập sẵn. Nhóm máy này được ký hiệu là : NC, CNC, DNC.

Trong mỗi nhóm máy có nhiều kiểu máy khác nhau về kết cấu, mục đích sử dụng và độ lớn (Đường kính lớn nhất)của chi tiết gia công .

8.5.2. Cấu tạo của máy tiện vạn năng

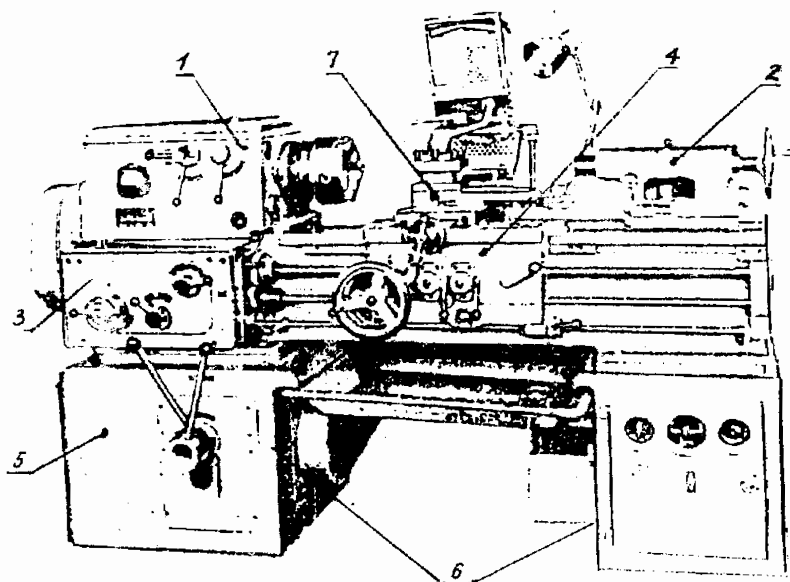
Cấu tạo của máy tiện vạn năng gồm các phần cơ bản sau đây (Hình 8.6).

+ (1) - Ụ trước (ụ đứng) là bộ phận chứa hộp trục chính. Có thể thay đổi số vòng quay của trục chính. Đầu trục chính có gắn mâm cặp hoặc mũi chống tâm.

+ (2) - Ụ sau (ụ động) có thể di chuyển dọc theo băng máy, tâm của ụ động trùng với tâm của ụ đứng. Ụ động dùng để đỡ khi gia công các chi tiết dài hoặc gắn mũi khoan, khoét khi gia công lỗ trên máy tiện. .

+ (3) - Hộp chạy dao nằm dưới ụ trước có thể thay đổi tốc độ chạy dao.

+ (4) - Xe dao là bộ phận chuyển động dọc theo băng máy và trục chính của máy tiện để thực hiện chạy dao. Trên xe dao có bàn dao (7) để gá dao. Bàn dao có thể gá được 4 dao tiện và có khả năng di chuyển dọc trục và di chuyển hướng kính.



Hình 8.6 Cấu tạo của máy tiện vạn năng

+(5) - Hộp tốc độ nằm phía dưới hộp chạy dao và có chứa động cơ, có khả năng làm thay đổi số vòng quay của trục chính.

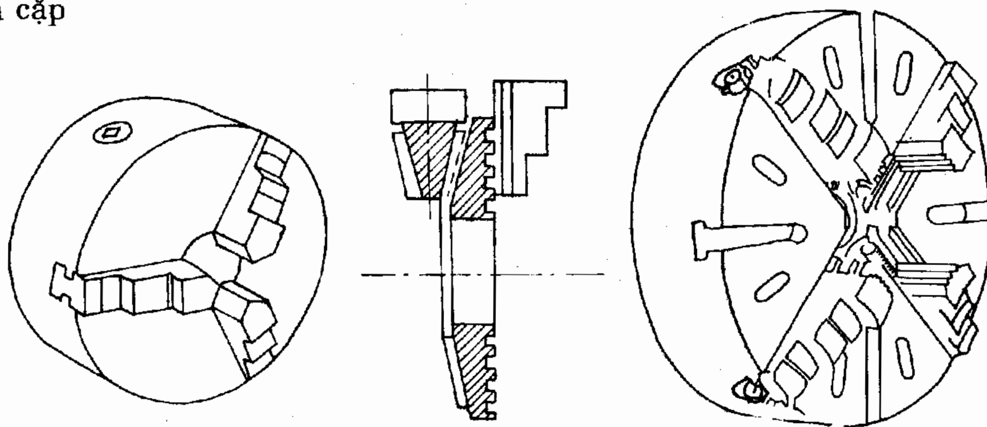
+(6) - Thân máy là bộ phận để gá đặt các bộ phận đã nêu trên của máy tiện. Thân máy thường được đúc bằng gang.

Ngoài các bộ phận cơ bản nêu trên, máy tiện còn có các tay nắm, các cần gạt điều khiển hệ thống chiếu sáng và tưới dung dịch trơn nguội.v.v...

8.5.3. Các trang bị kèm theo của máy tiện

Ngoài các bộ phận chính trên máy tiện như đã kể ở trên, thông thường mỗi máy tiện vạn năng còn kèm theo một số trang bị (phụ tùng) sau.

1) Mâm cặp



Hình 8.7 Các loại mâm cặp
a) Mâm cặp 3 chấu; b) Mâm cặp 4 chấu

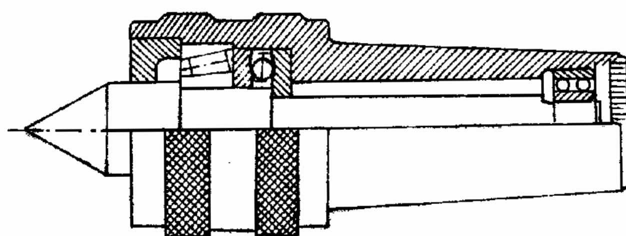
Mâm cặp trên máy tiện vạn văng thường có hai loại (Hình 8.7) là mâm cặp 3 chấu tự định tâm và mâm cặp 4 chấu.

Đối với loại 3 chấu tự định tâm thì khi dùng cờlê để quay tại một trong 3 vị trí trên mâm cặp thì vít (1) quay sẽ làm đĩa (2) quay và cả 3 chấu (3) đều cùng tiến vào hoặc lùi ra so với tâm của mâm cặp. Loại này chủ yếu dùng kẹp các chi tiết tròn xoay (Hình 8.7a).

Đối với loại mâm cặp 4 chấu thì mỗi chấu trên mâm cặp loại này có một vị trí điều khiển riêng biệt. Loại này phù hợp cho các phôi không tròn hoặc khi chi tiết có bề mặt lệch tâm (Hình 8.7b).

2) Mũi tâm(Hình 8.8) dùng để đỡ chi tiết dài khi gá đặt trên máy tiện. Mũi tâm thường được gắn vào tâm của ụ động.

3) Luy- nét (giá đỡ) dùng để tăng độ cứng vững khi gia công chi tiết dài. Mục đích để giảm khả năng biến dạng và tăng độ chính xác khi gia công. Cấu t o của các loại luy- nét xem mục 8.3



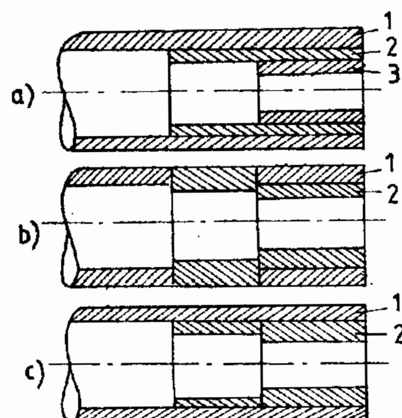
Hình 8.8 Mũi tâm

8.6. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG TRÊN MÁY TIỆN

8.6.1. Gia công mặt trụ ngoài

Khi tiện mặt trụ ngoài có thể thực hiện các bước cắt theo lớp (Hình 8.9a), cắt từng đoạn (Hình 8.9b), và cắt phối hợp, nghĩa là xen kẽ cắt từng lớp với cắt từng đoạn (Hình 8.9c).

Phương pháp cắt trên chỉ phù hợp khi tiện thô mặt trụ ngoài. Khi tiện tinh có thể phải thay đổi vì phụ thuộc vào cách ghi kích thước, việc chọn chuẩn và độ chính xác yêu cầu.

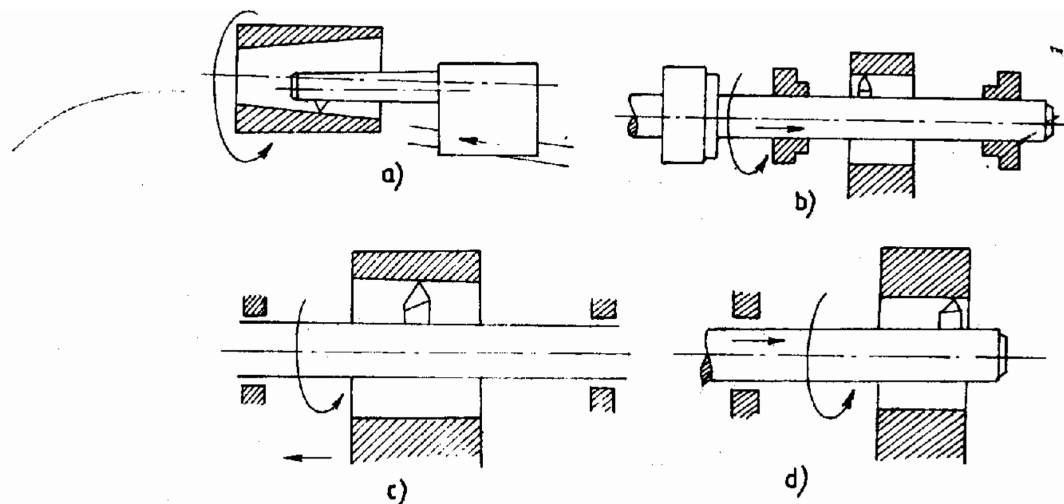


Hình 8.9 Phương pháp cắt khi tiện mặt trụ ngoài

8.6.2. Gia công mặt trụ trong

Gia công mặt trụ trong (hay lỗ) trên máy tiện cũng thực hiện tương tự như gia công mặt trụ ngoài nhưng do bị hạn chế về kích thước gia công nên độ cứng vững thường thấp hơn. Vì vậy chỉ phù hợp với gia công các lỗ phi tiêu chuẩn, lỗ to và ngắn, lỗ rèn hoặc đúc sẵn.

Khi tiện lỗ nên sử dụng dao tiện trong có góc sau (α) lớn và thường gá dao cao hơn tâm của chi tiết, nhằm mục đích tăng góc sau khi cắt, hạn chế sự cọ sát giữa mặt sau của dao và bề mặt đã gia công.



Hình 8.10 Sơ đồ gá khi tiện lỗ

Khi tiện lỗ ta có thể thực hiện trên máy tiện (Hình 8.10a) với chi tiết nhỏ, lỗ ngắn hình trụ hoặc côn. Đối với các chi tiết dạng hộp, tiện lỗ thường được thực hiện trên máy doa (Hình 8.10b,c,d).

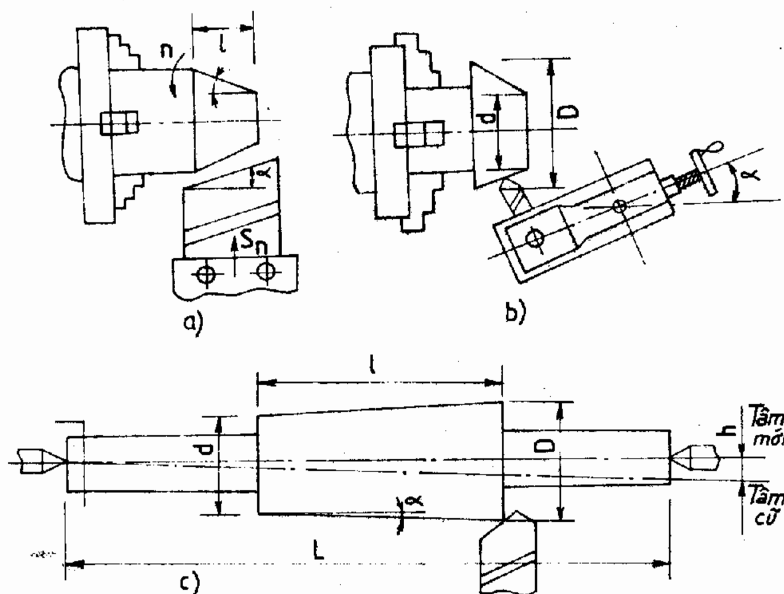
8.6.3. Gia công bề mặt côn

Khi gia công bề mặt côn ta có thể thực hiện bằng một trong 3 phương pháp sau :

1) Sử dụng dao rộng bản (Hình 8.11a). Dao tiện loại này có phần lưỡi cắt dài hơn phần côn. chỉ tiến dao hướng kính (tiến dao ngang).

2) Xoay bàn dao một góc rồi tiến dao bằng tay (Hình 8.11b) chỉ sử dụng khi chiều dài phần côn nhỏ.

3) Đánh lệch ụ động (Hình 8.11c) chỉ khi góc côn nhỏ ($\leq 8^o$) và độ dài phần côn lớn.



***Hình 8–11** Phương pháp gia công mặt côn*

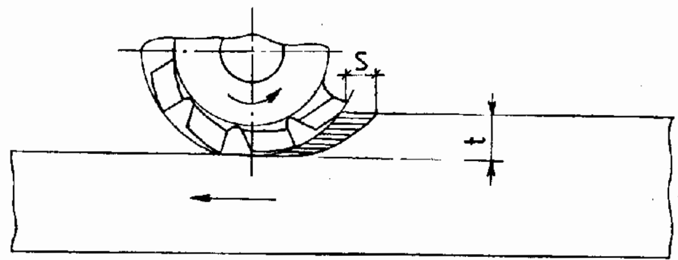
a) Dùng dao rộng bản ; b) Xoay bàn dao ; c) Đánh lệch ụ động

Chương 9

GIA CÔNG TRÊN MÁY PHAY

9.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ PHAY

Phay là phương pháp gia công kim loại sử dụng dao cắt có nhiều lưỡi cắt. Chuyển động chính là chuyển động quay tròn của dao, chuyển động chạy dao là chuyển động thẳng theo các phương ngang, dọc, và thẳng đứng do bàn máy thực hiện.



Hình 9.1 Sơ đồ cắt khi phay

Tốc độ cắt khi phay được tính theo công thức :

$$v = \frac{\pi.D.n}{1000} \text{ [m/phút]}.$$

Trong đó : D - đường kính của dao phay [mm]

n - số vòng quay của dao [vòng/phút].

Lượng chạy dao khi phay được xác định bằng một trong 3 yếu tố:

- Lượng chạy dao răng (Sz) là lượng dịch chuyển của chi tiết trong thời gian một răng (1 lưỡi cắt) của dao phay ăn vào kim loại, đơn vị là mm/răng.

- Lượng chạy dao vòng là lượng dịch chuyển của chi tiết khi dao phay quay được một vòng, ký hiệu là Sv và có đơn vị là mm/vòng.

- Lượng chạy dao phút là lượng dịch chuyển của chi tiết sau thời gian một phút, ký hiệu là Sm và đơn vị là mm/phút.

Như vậy mối quan hệ giữa các loại lượng chạy dao trên như sau :

$$Sm = Sv.n = Sz.Z.n \text{ [mm/phút]}.$$

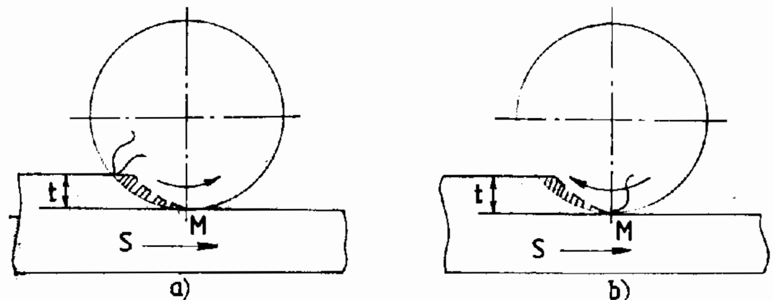
Trong đó : Z - số răng (số lưỡi cắt) của dao phay.

n - số vòng quay của dao sau một phút.

Khi phay có thể thực hiện theo 2 phương pháp :

- Phay thuận là khi hướng tịnh tiến của phôi trùng chiều quay của dao (hình 9.2a).

- Phay nghịch là khi hướng chuyển động của phôi ngược chiều quay của dao (hình 9.2b).

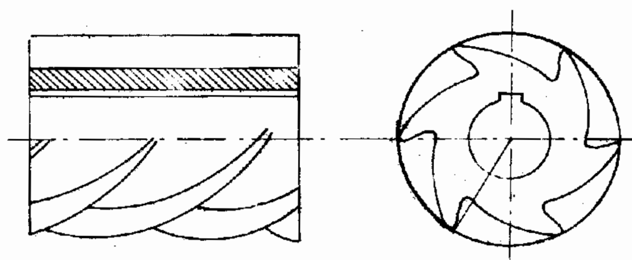


Hình 9.2 Phương pháp phay
a) Phay thuận ; b) Phay nghịch

Khi phay thuận, chiều dày của phần cắt thay đổi từ a_{max} đến không. Dao phay tạo nên lực ép phôi xuống bàn máy. Không gây hiện tượng trượt khi ăn dao nên độ bóng bề mặt tốt hơn phay nghịch. Sự va đập giữa dao và chi tiết lớn. Phù hợp với gia công tinh. Khi phay nghịch quá trình cắt ít bị va đập, máy và dao ít bị hỏng hơn, phù hợp với phay thô.

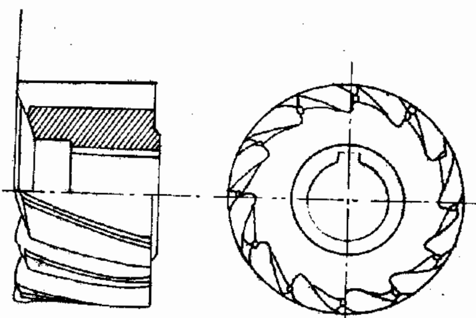
9.2. DAO PHAY

Khác với dao tiện, dao phay có rất nhiều lưỡi cắt, các lưỡi cắt này có thể chế tạo liền với thân dao, có thể được chế tạo riêng gọi là răng chắp. Lưỡi cắt được bố trí trên mặt trụ, mặt đầu hoặc cả mặt trụ và mặt đầu. Tùy theo hình dạng, vị trí lưỡi cắt và cấu tạo, dao phay được chia thành các loại sau :



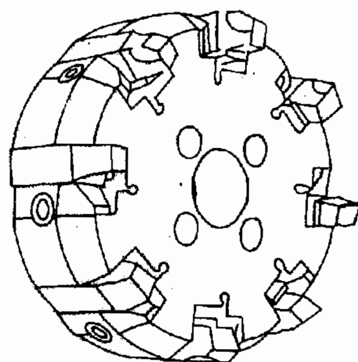
Hình 9.3 Dao phay mặt trụ

- Dao phay mặt trụ là loại dao mà lưỡi cắt được bố trí trên mặt trụ của dao (hình 9.3). Có hai loại dao phay mặt trụ là dao phay răng thẳng và dao phay răng nghiêng. Dao phay răng thẳng là dao phay có phương của lưỡi cắt chính song song với trục dao. Dao phay răng nghiêng có lưỡi cắt chính tạo với trục dao một góc nhất định.



Hình 9.4 Dao phay mặt đầu răng liền

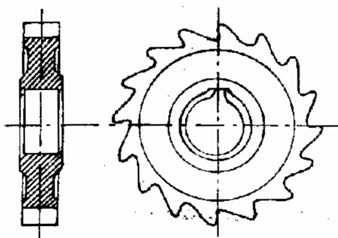
- Dao phay mặt đầu là dao có các lưỡi cắt được bố trí trên mặt đầu của dao. Dao phay mặt đầu có thể là răng liền (hình 9.4) và răng chắp (hình 9.5).
- Dao phay ngón có thể có từ 2 đến 8 lưỡi cắt (hình 9.6)



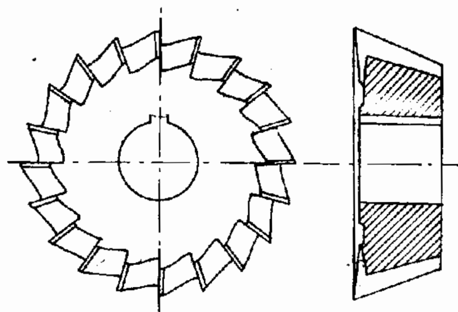
Hình 9.5 Dao phay mặt đầu răng chắp



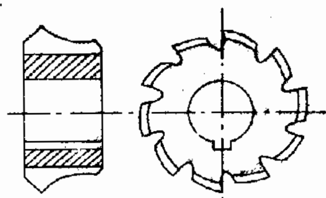
Hình 9–6 Dao phay ngón



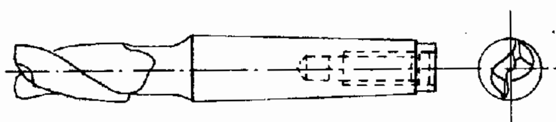
Hình 9.7 Dao phay đĩa



Hình 9.8 Dao phay góc



Hình 9.9 Dao phay định hình

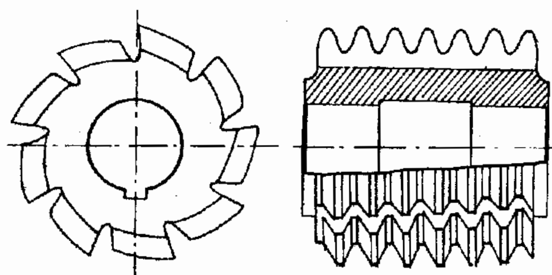


Hình 9.10 Dao phay rãnh then

- Dao phay đĩa (hình 9.7)
- Dao phay góc (hình 9.8)

Ngoài ra còn có các loại dao phay định hình (hình 9.9), dao phay rãnh then (hình 9.10), dao phay lăn răng mô đun (hình 9.11) dùng để gia công bánh răng.

Các loại dao phay nên có góc sau α từ 10 đến 20^o và góc cắt từ 60 đến 90^o. Khi phay các vật liệu mềm nên chọn góc α lớn và góc cắt δ nhỏ hơn.



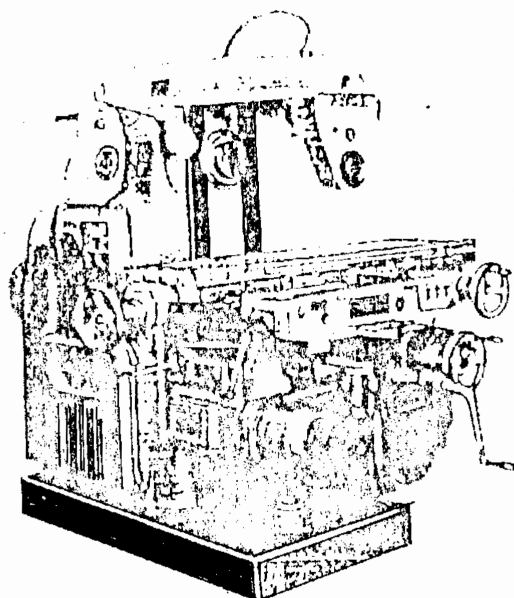
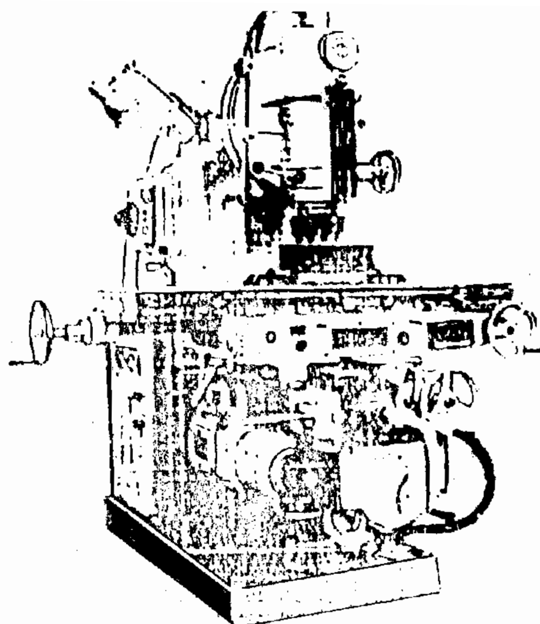
Hình 9.11 Dao phay lăn răng

9.3. MÁY PHAY

Máy phay có nhiều chủng loại khác nhau và được chia thành 3 nhóm cơ bản.

1 - Máy phay vạn năng là loại máy phay có thể gia công được nhiều dạng bề mặt. Máy phay vạn năng có hai loại là máy phay vạn năng nằm và máy phay vạn năng đứng. Máy phay vạn năng nằm có trục gá dao nằm ngang (hình 9.12a), thường sử dụng các loại dao phay mặt trụ, dao phay đĩa.v.v. Máy phay đứng (hình 9.12b) có trục gá dao thẳng đứng sử dụng các loại dao như dao phay mặt đầu, dao phay ngón.v.v. Trục dao của loại máy này có thể quay một góc $\pm 45^o$ so với phương thẳng đứng.

2 - Máy phay giường (hay máy phay mặt phẳng) là loại máy chủ yếu để gia công các mặt phẳng lớn (chi tiết lớn). Trên máy có thể có từ 2 đến 4 đầu gá dao. Khi

Hình 9.12 Máy phay vạn năng
a) Máy phay vạn năng nằm ; b) Máy phay vạn năng đứng

làm việc bàn máy chỉ có chuyển động ngang trên một mặt phẳng. Dao có thể điều chỉnh ở nhiều vị trí (tọa độ) khác nhau.

3 - Máy phay chuyên dùng chỉ có thể gia công được một số loại bề mặt nhất định như máy phay bánh răng, máy phay ren.v.v.

9.4. KHẢ NĂNG CÔNG NGHỆ CỦA PHAY

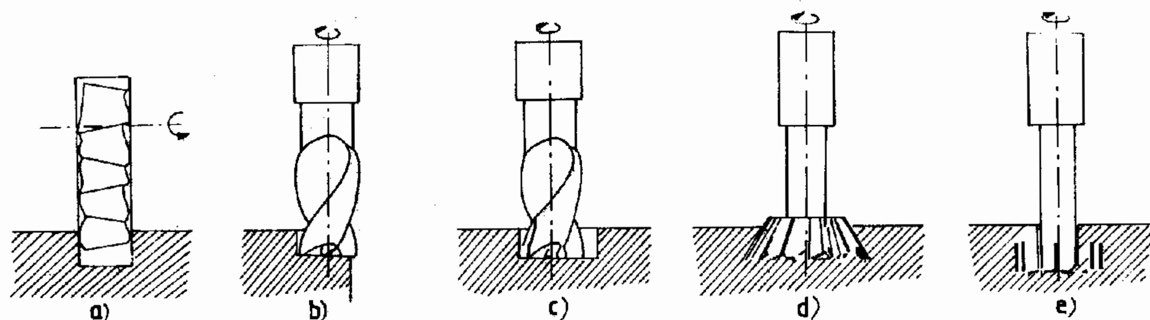
Phay có thể gia công được nhiều dạng bề mặt khác nhau, tuy nhiên dưới đây ta chỉ nghiên cứu kỹ 2 loại bề mặt là mặt phẳng và then hoa. Riêng phay bánh răng sẽ được nghiên cứu trong chương sau (chương gia công bánh răng).

Các mặt phẳng gia công được trên máy phay là các mặt phẳng nằm ngang, mặt phẳng thẳng đứng và mặt phẳng nghiêng. Khi gia công các loại mặt phẳng này có thể sử dụng dao phay hình trụ, dao phay mặt đầu, dao phay ngón hoặc dao phay đĩa. Trong sản xuất loạt lớn, dao phay mặt đầu được sử dụng nhiều hơn dao phay hình trụ vì các nguyên nhân chính sau đây :

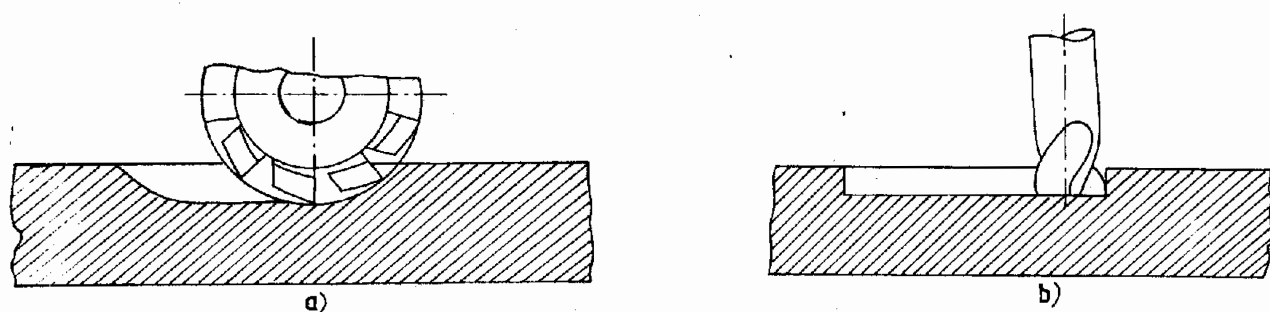
- Cho phép sử dụng dao có đường kính lớn, cắt được mặt phẳng có chiều rộng lớn nên năng suất cao.
- Trục gá dao không cần dài nên độ cứng vững của trục dao tốt hơn, cho phép nâng cao chế độ cắt.
- Nhiều lưỡi cắt cùng tiếp xúc với phôi nên quá trình cắt được êm hơn.
- Cho phép sử dụng nhiều dao để gia công nhiều bề mặt cùng một lúc.
- Dễ chế tạo các loại dao răng chắp.
- Mài dao dễ dàng hơn.

Các bề mặt rãnh hoặc bậc nhỏ thường dùng dao phay đĩa hoặc dao phay ngón để gia công (Hình 9.13).

Rãnh then và trục then hoa thường đòi hỏi độ chính xác gia công khá cao nhằm đảm bảo được tính chất lắp ghép của mối ghép then hoặc then hoa.



Hình 9.13 Sơ đồ phay rãnh và bậc nhỏ

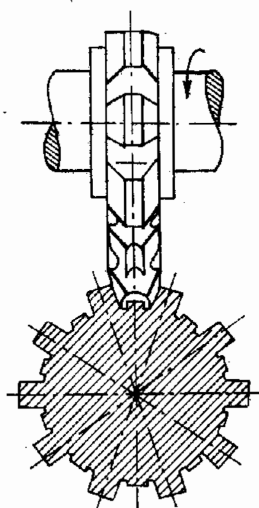


Hình 9.14 Phay rãnh then

a) Sử dụng dao phay đĩa *b) Sử dụng dao phay ngón*

Tùy theo dạng then mà rãnh then có thể được gia công bằng dao phay đĩa 3 mặt (Hình 9.14a) hoặc sử dụng dao phay ngón (Hình 9.14b).

Khi phay trục then hoa có thể sử dụng loại dao phay đĩa 3 mặt bằng cách phay 2 mặt bên bằng 2 dao phay đĩa, sau đó dùng một dao phay phần mặt trụ then hoa. Trục then hoa cũng thường được gia công bằng dao phay định hình (Hình 9.15).



Hình 9.15 Phay then hoa bằng dao định hình

9.5. TRANG BỊ CÔNG NGHỆ CỦA MÁY PHAY (ĐẦU PHÂN ĐỘ)

Đầu phân độ là một loại trang bị công nghệ đi kèm với máy phay vạn năng. Đầu phân độ sử dụng khi phay bánh răng, trục có nhiều rãnh.v.v. Thực chất nhiệm vụ của đầu phân độ là tạo điều kiện để chia thành các phần đều nhau trên bề mặt trụ của phôi.

Hình 9.16
Sơ đồ nguyên lý đầu phân độ

Nguyên lý và cấu tạo của đầu phân độ được mô tả trên hình 9.16. Khi sử dụng, đầu phân độ được đặt trên bàn máy và chi tiết (phôi) được gá vào trục (4) của đầu phân độ. Cặp bánh vít-trục vít (2) có tỷ số truyền :

$$i = \frac{K}{Z} = \frac{1}{40} \text{ hoặc } i = \frac{1}{60}; \frac{1}{90}; \frac{1}{120}.$$

Trong đó : - K - số đầu mối của trục vít (K = 1).

Z - số răng của bánh vít.

Số nghịch đảo của tỷ số truyền cặp bánh vít-trục vít : $N = \frac{Z}{K}$ được gọi là đặc tính của đầu phân độ. Như vậy là với các tỷ số truyền nêu trên thì đặc tính của đầu phân độ sẽ là 40 ; 60 ; 90 hoặc 120. Thông thường đầu phân độ được chế tạo có đặc tính N = 40.

Nếu ta quay tay quay (1) một góc nào đó, tay quay được nối với trục lồng qua tâm đĩa (3) và bánh răng (Z_6), thì cặp bánh răng ăn khớp (Z_1, Z_2) có tỷ số truyền bằng 1 sẽ truyền chuyển động sang cặp trục vít-bánh vít (2) và làm cho trục chính của đầu phân độ (4) sẽ quay đi một góc nhất định. Góc quay của trục (4) phụ thuộc vào đặc tính của đầu phân độ. Ví dụ khi ta quay tay quay (1) một vòng thì trục (4) sẽ quay được $\frac{1}{N}$ vòng. Trường hợp tổng quát ta có :

$$n = \frac{N}{Z_o} = A + \frac{a}{b} = A + \frac{a.m}{b.m}$$

Trong đó : n - số vòng quay của tay quay.

N - Đặc tính của đầu phân độ (N = 40).

Z_o - Số răng hoặc số phần đều nhau cần phân chia trên mặt phôi.

A - Số nguyên số vòng quay của tay quay (Tay quay quay đủ vòng).

$\frac{a}{b}$ - số phân số không chia hết của $\frac{N}{Z_o}$.

m - số nguyên tố tự chọn sao cho tích b.m bằng số lỗ trên đường tròn đồng tâm trên mặt đĩa (3).

Đĩa (3) gọi là đĩa phân độ, trên cả hai mặt của đĩa có rất nhiều vòng tròn đồng tâm. Trên các đường tròn đồng tâm đó, người ta đã khoan sẵn các lỗ cách đều nhau. Số lỗ trên các vòng tròn thường là : 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 27, 30, 34, 37, 39, 41, 43, 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 59, 62, 66.

Ví dụ : Sử dụng đầu phân độ có N = 40 để gia công bánh răng có Z_o = 22. Ta phải tính số vòng quay của tay quay để bánh răng quay $\frac{1}{22}$ vòng (tức là dịch chuyển 1 răng).

$$n = \frac{N}{Z_o} = \frac{40}{22} = 1 + \frac{18}{22} = 1 + \frac{18.3}{22.3} = 1 + \frac{54}{66}$$

Như vậy là sau khi gia công xong rãnh thứ nhất của bánh răng ta phải quay tay quay một vòng và 54 khoảng lỗ trên vòng tròn có 66 lỗ để gia công rãnh tiếp theo. Cứ như vậy cho đến khi gia công xong 22 rãnh.

Trường hợp nêu trên tức là khi ta chọn được số m thỏa mãn b.m bằng số lỗ trên đường tròn nào đó của đĩa phân độ, được gọi là phân độ trực tiếp hay phân độ đơn giản.

Trường hợp điều kiện trên không thể thỏa mãn tức là không tìm được m để b.m bằng số lỗ đã cho trên đĩa thì ta phải thực hiện phân độ vi sai. Khi thực hiện phân độ vi sai cần phải sử dụng cặp bánh răng thay thế (Z_7) và (Z_9). Các cặp bánh răng thay thế được chế tạo sẵn kèm theo đầu phân độ và có số răng khác nhau để có thể tạo được các tỷ số truyền khác nhau giữa bánh (Z_7) và (Z_9).

Vì không chọn được m hợp lý nên ta phải chọn Z_c nào đó gần nhất với Z_o (là số răng cần gia công), sao cho Z_c thỏa mãn điều kiện phân độ đơn giản. Khi thực hiện phân độ theo Z_c vừa chọn thì thực tế trục sẽ quay một góc có sai số so với yêu cầu. Để bù lại sai số đó ta phải tính tỷ số truyền giữa các bánh răng thay thế Z_7 và Z_9 để thông qua cặp bánh răng này cũng như qua cặp bánh răng $\frac{Z_3}{Z_4} = 1$ và $\frac{Z_5}{Z_6} = 1$ thì đĩa phân độ (3) sẽ quay ngược chiều hoặc cùng chiều với chiều quay của tay quay nhằm triệt tiêu sai số giữa Z_c và Z_o. Khi đĩa phân độ quay sẽ làm tay quay cũng quay theo và do đó trục mang phôi cũng quay theo một góc nào đó để bù vào sai số nói trên.

Tỷ số thay thế (i_{TT}) được tính theo công thức sau :

$$i_{TT} = \frac{Z_7}{Z_9} = \frac{N(Z_c - Z_o)}{Z_c}$$

Trường hợp i_{TT} là số dương thì phải thay thế sao cho Z_7vàZ_9 có cùng chiều quay. Trường hợp ngược lại thì phải lắp sao cho Z_7 và Z_9 quay ngược chiều nhau.

Chương 10

GIA CÔNG LỖ (KHOAN, KHOÉT, DOA)

10.1. TÍNH CHẤT CHUNG CỦA KHOAN, KHOÉT, DOA

Khoan, khoét, doa đều là phương pháp gia công lỗ. Tùy theo hình dạng, kích thước lỗ, tính chất vật liệu gia công và chất lượng yêu cầu mà ta chọn một, hai hay cả 3 phương pháp nêu trên để gia công một lỗ. Ví dụ có lỗ chỉ cần khoan, có lỗ khoan xong rồi khoét nhưng có lỗ khoan xong rồi khoét và doa. Tuy khoan, khoét, doa có thể đạt độ chính xác khác nhau nhưng chúng đều có chung các chuyển động sau đây :

- Chuyển động chính là chuyển động quay tròn của dao (dụng cụ cắt).
- Chuyển động chạy dao là chuyển động dọc trục mang dao.
- Tốc độ cắt được tính :

$$v = \frac{\pi.D.n}{1000} \text{ [m/phút]}.$$

Trong đó : D - đường kính của mũi khoan, doa, khoét.

n - số vòng quay sau một phút.

- Lượng chạy dao sau một vòng quay được tính :

$$S_o = S_z.Z \text{ [mm/vòng]}$$

Trong đó : S_z - lượng chạy dao của một lưỡi cắt của dao.

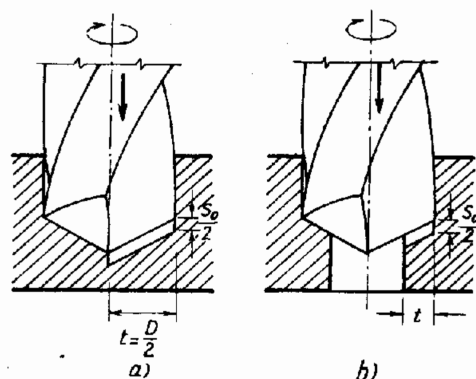
z - số lưỡi cắt của dao.

- Chiều sâu cắt khi khoan (phôi chưa có lỗ) được tính (Hình 10.1a)

$$t = \frac{D}{2} \text{ [mm]}$$

Khi phôi đã có lỗ với đường kính d thì chiều sâu cắt được tính :

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ [mm]}.$$

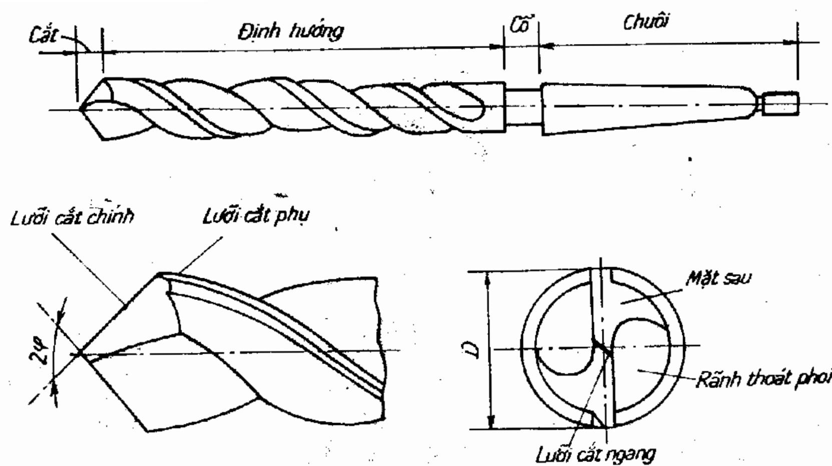


Hình 10.1 Chế độ cắt
a) Khi khoan
b) Khi khoét

10.2. KHẢ NĂNG CÔNG NGHỆ CỦA KHOAN

Khoan thường sử dụng để gia công lỗ trên các phôi đặc (phôi chưa có lỗ từ trước). Khi khoan thường sử dụng dao là mũi khoan ruột gà (hình 10.2).

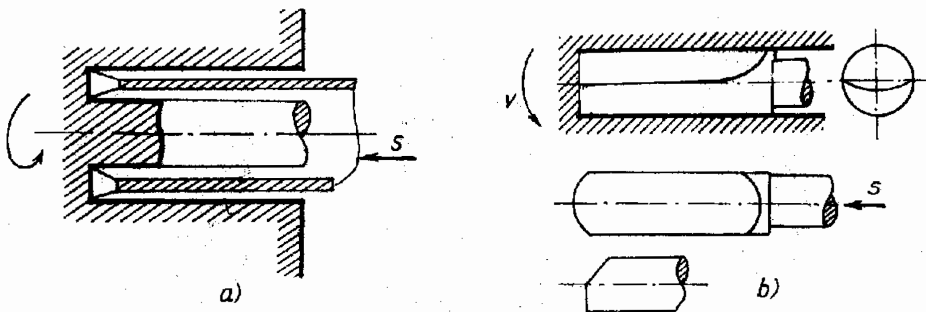
Khoan có thể gia công các lỗ có đường kính từ 0,1 đến 80 mm, phổ biến nhất là các lỗ có đường kính từ 35 mm trở xuống. Với các lỗ lớn hơn thì đòi hỏi máy có công suất rất lớn, các lỗ bé quá thì mũi khoan không đảm bảo độ cứng vững.



Hình 10.2 Cấu tạo mũi khoan ruột gà

Đối với lỗ có đường kính lớn nên khoan trước lỗ nhỏ rồi khoan thành nhiều lần để giảm chiều sâu cắt khi khoan.

Khi khoan các lỗ lớn và sâu nên dùng phương án chi tiết quay đồng thời sử dụng các loại mũi khoan nòng súng (Hình 10.3a) hoặc mũi khoan sâu (Hình 10.3b).



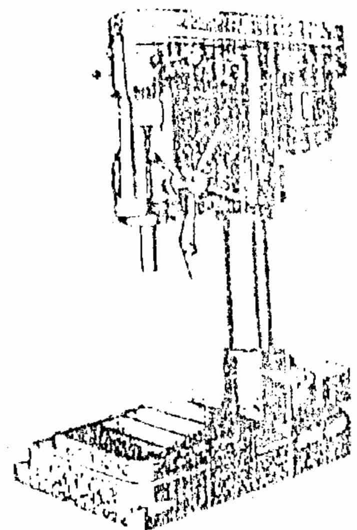
Hình 10.3 Các loại mũi khoan chuyên dùng

Độ chính xác gia công khoan nói chung là thấp chỉ đạt cấp chính xác 12 ÷ 13 và Ra = 3,2 ÷ 12,5 μm. Đối với các lỗ có yêu cầu độ chính xác cao thì khoan chỉ là bước gia công thô.

Nguyên nhân đạt độ chính xác thấp khi khoan là do kết cấu của mũi khoan chưa hợp lý, khi chế tạo mũi khoan hay có các sai số như độ đồng tâm giữa phần cắt và phần chuôi, do khi mài 2 phần cắt của mũi khoan không đều.v.v.

Máy khoan không đa dạng như máy tiện hoặc máy phay. Chủ yếu có mấy loại sau đây :

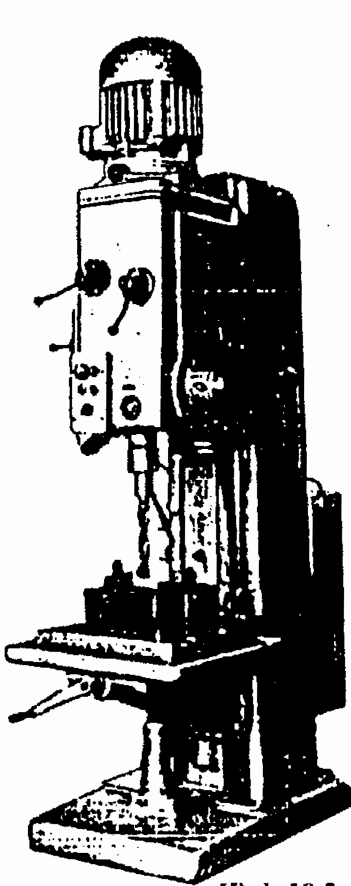
1 - Máy khoan bàn là loại máy đơn giản nhất, kích thước nhỏ, thường đặt trên các bàn nguội, lỗ khoan lớn nhất là 12 mm (Hình 10.4).



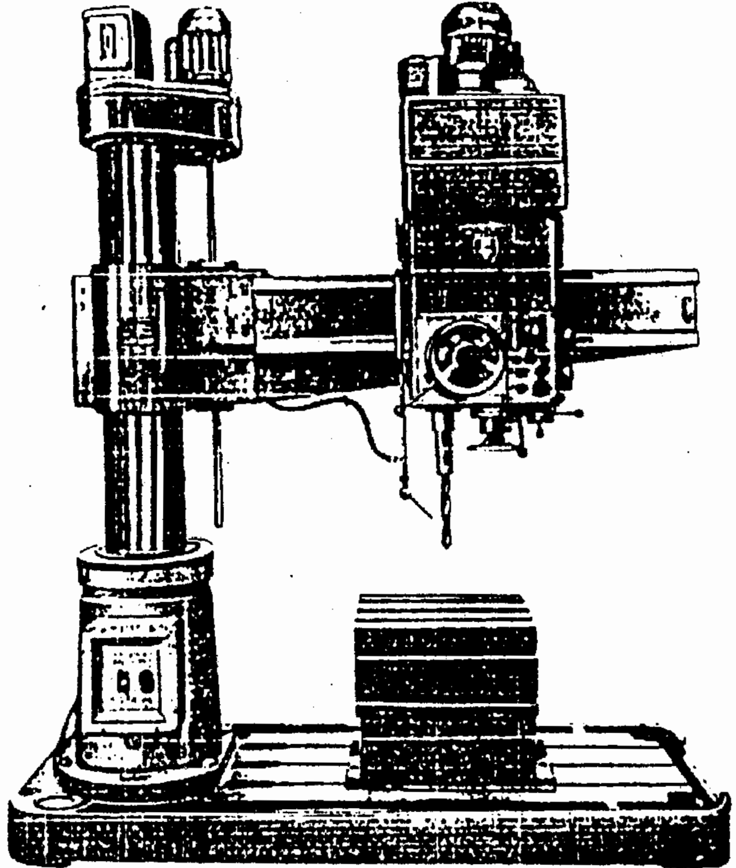
Hình 10.4 Máy khoan bàn

2 - Máy khoan đứng là loại máy khoan có trục chính chỉ chuyển động dọc trục của nó. Có thể gia công các lỗ có đường kính ≤ 50mm (Hình 10.5).

3 - Máy khoan cần là máy mà trục dao ngoài khả năng dịch chuyển dọc trục còn có thể dịch chuyển lên xuống, ra vào và xoay quay thân máy. Với các chuyển động nêu trên của trục mang dao nên có thể khoan được lỗ trên bất kỳ tọa độ nào. Phù hợp để gia công các chi tiết lớn, cồng kềnh (hình 10.6).



Hình 10.5
Máy khoan đứng



Hình 10.6
Máy khoan cần

4 - Máy khoan nhiều trục là máy có khả năng khoan đồng thời nhiều lỗ nhờ một đầu dao có gá nhiều mũi khoan. Loại máy này phù hợp trong sản xuất hàng loạt.

5 - Máy khoan sâu là loại máy chuyên dùng, có trục chính nằm ngang dùng để gia công các lỗ có chiều sâu lớn.

10.3. KHẢ NĂNG CÔNG NGHỆ CỦA KHOÉT

Khoét nhằm mục đích nâng cao độ chính xác của lỗ sau khi khoan. Khoét có thể đạt độ chính xác cấp 9 đến 12 và độ bóng đạt Ra = 1,6 đến 12,5 μm khoét có thể chỉ là nguyên công trung gian cho doa.

Dao khoét thường có nhiều lưỡi cắt hơn mũi khoan tuy nhiên đối với các trường hợp gia công lỗ có đường kính lớn có thể sử dụng loại dao có 1 hoặc 2 lưỡi cắt được

a) b) c)

d)

e)

f)

Hình 10.7 Một số loại dao khoét

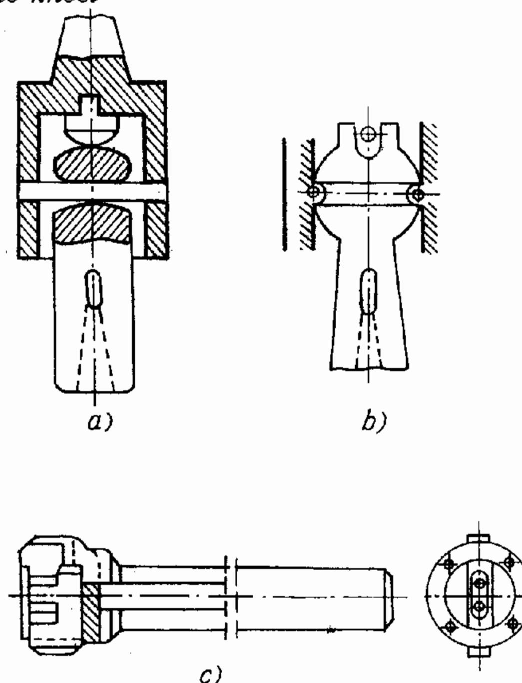
gắn vào trục hoặc đầu dao (như Hình 10.7b,c). Đặc biệt là sử dụng khi gia công phá các lỗ lớn đúc sâu hoặc rèn, dập. Trên hình 10.7 nêu lên một số loại dao khoét, tùy theo mục đích mà chọn loại dao thích hợp.

10.4. KHẢ NĂNG CÔNG NGHỆ CỦA DOA

Doa là nguyên công gia công tinh các lỗ đã được khoan hoặc khoét. Độ chính xác có thể đạt từ cấp 7 đến 9, độ bóng có thể đạt được Ra = 1,6 đến 6,3 μm. Với dao có chất lượng tốt, chế độ cắt hợp lý, doa có thể đạt cấp 6 và Ra = 0,63μm.

Khi doa có thể thực hiện bằng doa cưỡng bức hoặc doa tùy động.

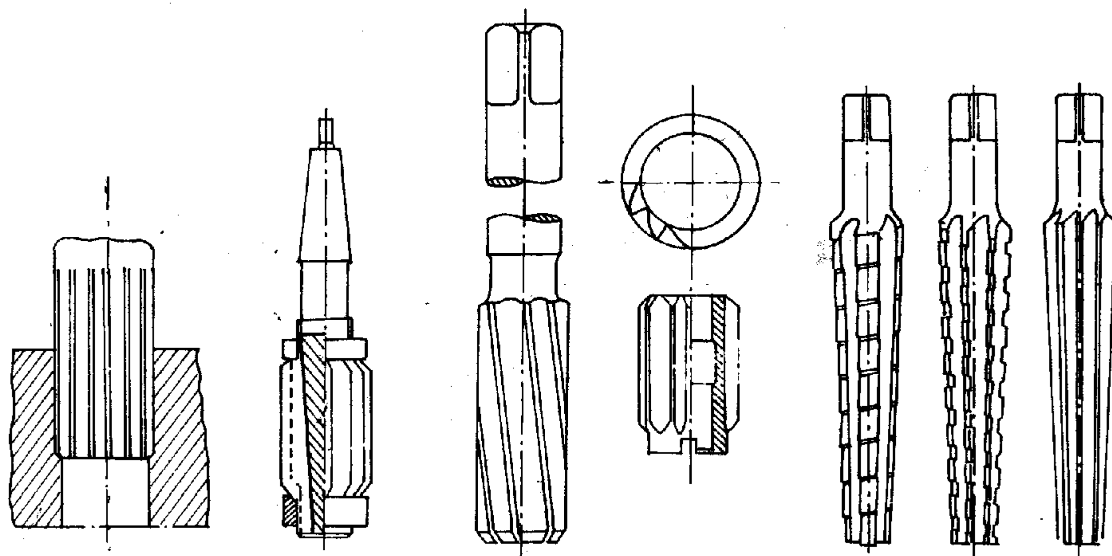
Doa cưỡng bức là khi dao doa được lắp cứng vào trục máy. Phương pháp này có hiện tượng lay



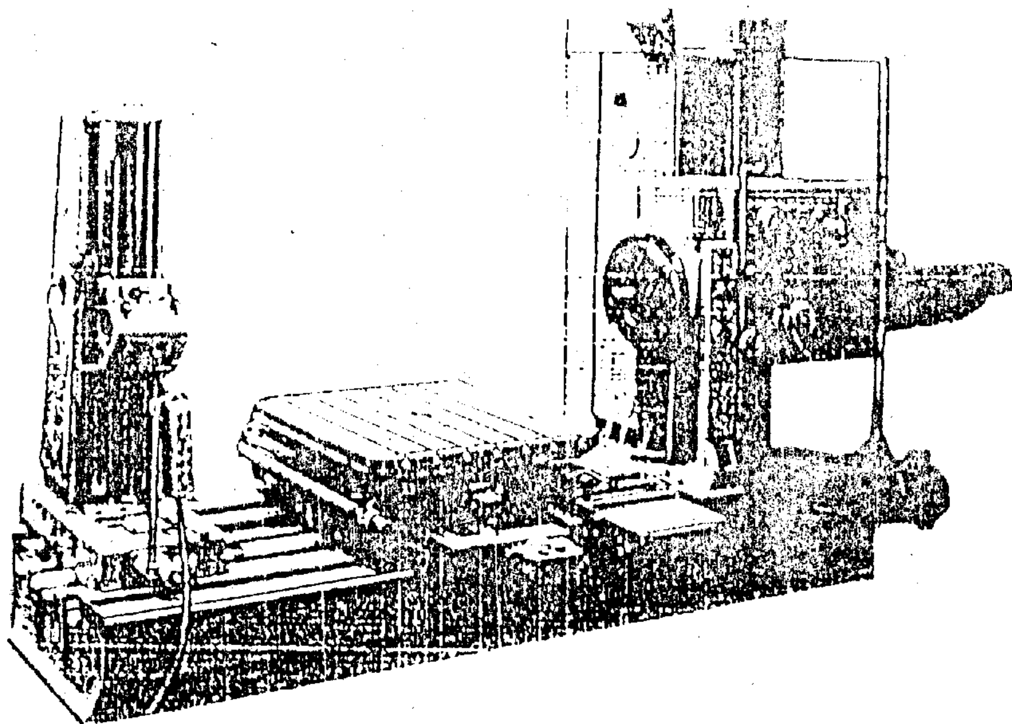
Hình 10.8 Trục dao doa tùy động

rộng lỗ, nguyên nhân là do tâm của trục dao và trục chính của máy có độ đảo, do dao mài không tốt, do lẹo dao xuất hiện ở một số lưỡi cắt, do vật liệu ở thành lỗ gia công không đồng đều.

Doa tùy động là dao được nối lắc lư với trục máy, nên loại trừ được sai số giữa tâm trục máy và trục dao (Hình 10.8a,b). Để khắc phục hiện tượng dao bị mòn do mài nhiều lần có thể sử dụng loại dao doa tùy động có khả năng điều chỉnh kích thước đường kính (Hình 10.8c).



Hình 10.9 Một số loại dao doa



Hình 10.10 Máy doa nằm ngang

Trên hình 10.9 giới thiệu một số loại dao doa thông dụng. Tùy theo yêu cầu chất lượng và kích thước mà chọn dao hợp lý. Dao doa thường có nhiều lưỡi cắt, các lưỡi cắt song song hoặc nghiêng với trục dao một góc rất bé.

Hình 10.10 giới thiệu loại máy doa nằm ngang. Thực tế trên máy này ta có thể thực hiện các công việc gia công khác như khoan, khoét. Đây là loại máy rất thông dụng trong các nhà máy và xưởng cơ khí.

Chương 11
GIA CÔNG TRÊN MÁY BÀO VÀ XỌC

11.1. TÍNH CHẤT CHUNG CỦA BÀO VÀ XỌC

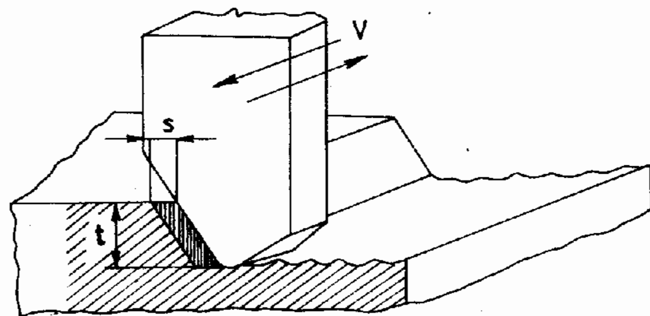
Bào và xọc là hai phương pháp gia công kim loại có các chuyển động gần giống nhau trong quá trình cắt.

Đối với bào, chuyển động chính là chuyển động thẳng, tịnh tiến khứ hồi gồm một hành trình có tải và một hành trình không tải. Chuyển động này có thể do dao hoặc bàn máy mang chi tiết thực hiện. Chuyển động này thường có phương nằm ngang. (Hình 11.1).

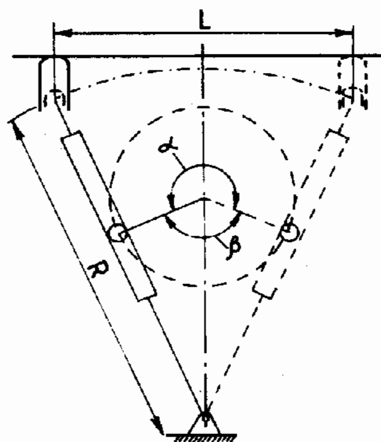
Xọc là trường hợp đặc biệt của bào có chuyển động chính do dao thực hiện theo phương thẳng đứng còn chuyển động chạy dao do chi tiết thực hiện.

Do chuyển động cắt thực hiện theo hai phương khác nhau nên tính năng và khả năng công nghệ cũng khác nhau. Nhìn chung năng suất của cả hai phương pháp này đều thấp vì các lý do sau :

- Sử dụng dao chỉ có một lưỡi cắt.
- Tốn thời gian cho hành trình chạy không tải.
- Tốc độ cắt bị hạn chế do quá trình chuyển động khứ hồi. Khi thay đổi chiều quay đòi hỏi mô men quán tính lớn.



Hình 11.1 Sơ đồ cắt của bào



Hình 11.2 Cơ cấu Cu-lít

Để biến chuyển động quay của mô tơ thành chuyển động thẳng của đầu dao bào cần thông qua một hệ cơ cấu culít (Hình 11.2). Tốc độ chuyển động thẳng khứ hồi được xác định như sau :

$$Vt = \frac{2.L.z}{1000} \text{ [m/phút]}$$

$$Vc = \frac{L.z.360}{\alpha.1000} \text{ [m/phút]}$$

$$Vo = \frac{L.z.360}{\beta.1000} \text{ [m/phút]}$$

trong đó :

Vt - tốc độ trung bình của hành trình kép.

Vc - tốc độ trung bình của hành trình cắt.

Vo - tốc độ trung bình của hành trình chạy không.

L - độ dài chuyển động thẳng của cơ cấu Culít [mm].

z - tổng số hành trình kép sau một phút.

α - góc giới hạn vị trí của cơ cấu culít, được tính :

$\alpha = 360 - \beta$.

ở đây β được xác định như sau :

$$\cos\frac{\beta}{2} = \frac{L}{2R}$$

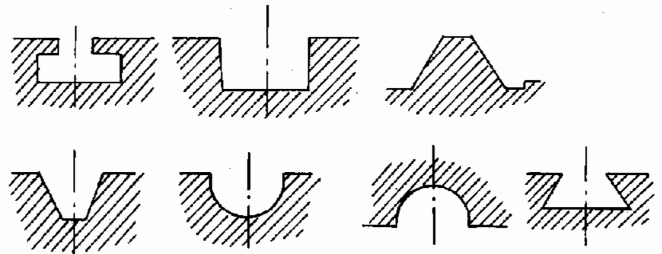
R - chiều dài cánh tay đòn của cơ cấu culít.

11.2. KHẢ NĂNG CÔNG NGHỆ CỦA BÀO VÀ XỌC

Bào chủ yếu để gia công các mặt phẳng, ngoài ra còn có thể gia công các bề mặt định hình có đường sinh thẳng (Hình 11.3).

Bào có thể đạt độ chính xác tối đa là cấp 8 đến cấp 7 và độ bóng đạt là Ra = 2,5 μm

Xọc chủ yếu để gia công các bề mặt trong, các rãnh then trên ống, trên bánh răng.v.v.



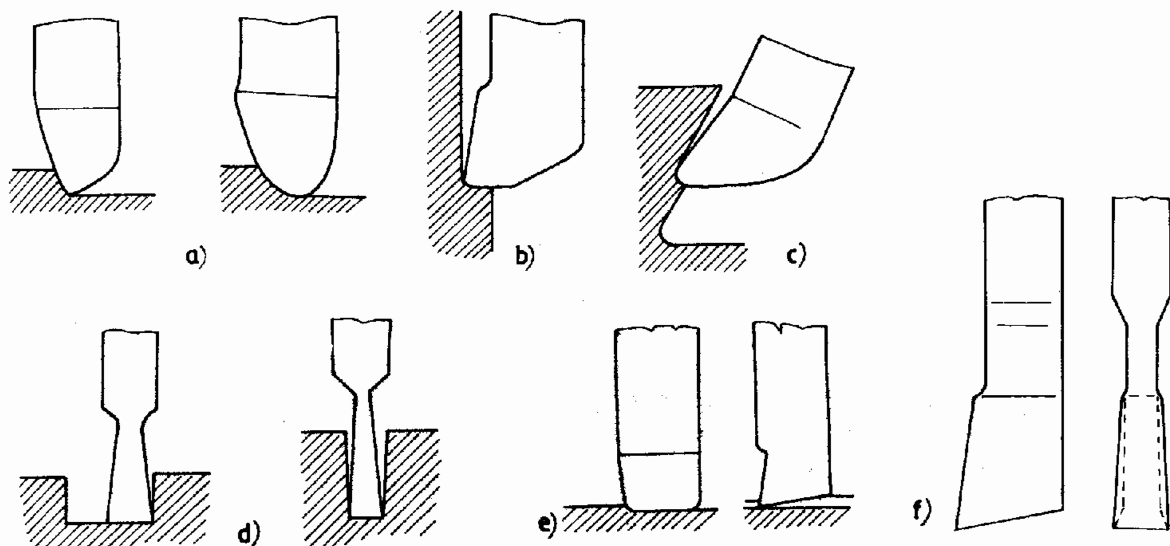
Hình 11.3 Các mặt định hình có đường sinh thẳng

11.3. DAO BÀO VÀ DAO XỌC

Các thông số hình học của dao bào và dao xọc nhìn chung rất giống ở dao tiện. Tùy theo vị trí của lưỡi cắt, dao bào cũng được chia thành dao bào phải, dao bào trái. Dao xọc có khác hơn chút ít vì dao xọc được gá song song với trục chính theo phương thẳng đứng.

Các loại dao bào và xọc được mô tả trên hình 11.4 trong đó gồm một số loại dao phụ thuộc vào biện pháp công nghệ và tính chất công việc như dao bào lưỡi cắt cong (Hình 11.4a) ; dao gia công bề mặt thẳng đứng (H.11.4b) ; dao gia công bề mặt nghiêng (H.11.4c) ; dao gia công rãnh (H.11.4d) ; dao gia công tinh (H.11.4e) ; dao xọc (H.11.4f).

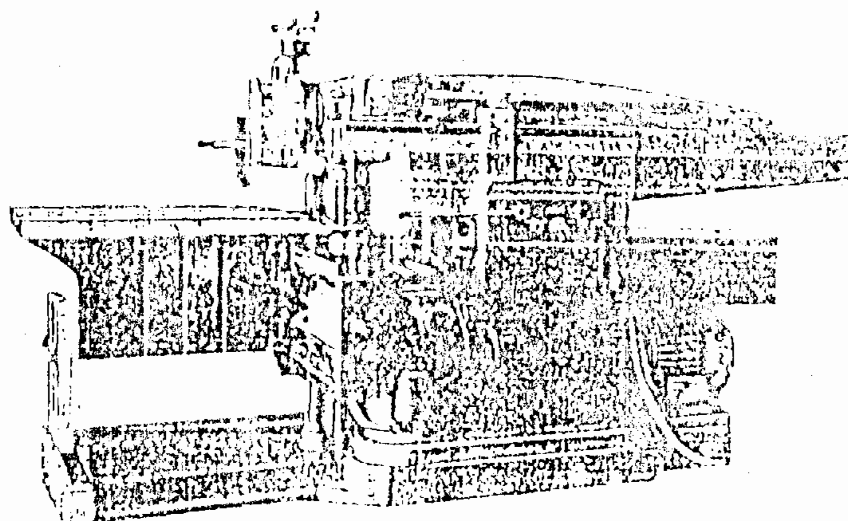
Nhìn chung về kết cấu, các loại dao bào và xọc đơn giản, chế tạo dễ dàng, giá thành không cao.



Hình 11.4 Các loại dao bào và dao xọc

11.4. MÁY BÀO VÀ MÁY XỌC

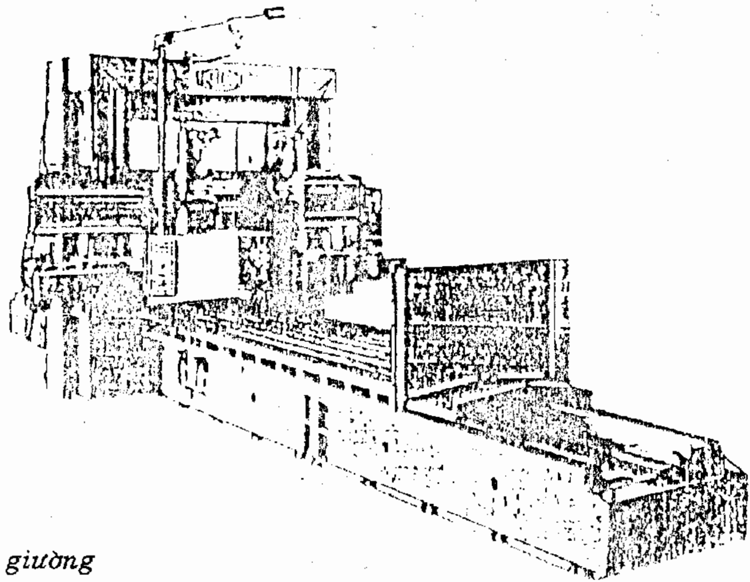
Tùy theo những đặc trưng về công nghệ và kích thước của máy, máy bào được chia thành nhóm máy bào ngang, nhóm máy bào giường, máy bào đứng (máy xọc) và nhóm máy bào chuyên dụng. Trong mỗi nhóm trên lại có nhiều kiểu máy với kích thước và các thông số kỹ thuật khác nhau.



Hình 11.5 Máy bào ngang

Máy bào ngang (Hình 11.5) có chuyển động chính là chuyển động của đầu bào. Loại máy này thường có chiều dài hành trình lớn nhất của đầu bào là 650 mm, nên chủ yếu gia công các chi tiết nhỏ và trung bình. Máy bào ngang thường sử dụng cơ cấu culít để biến chuyển động quay của mô tơ thành chuyển động thẳng của đầu bào. Chuyển động chạy dao do bàn máy thực hiện và là chuyển động gián đoạn nhờ cơ cấu cóc trong máy.

Máy bào giường dùng để gia công các chi tiết lớn, có thể đến 12 mét. Chuyển động chính là do bàn máy thực hiện. Chuyển động chạy dao do đầu dao thực hiện gián đoạn. Máy bào giường có thể có từ 2 đến 4 đầu gá dao. (Hình 11.6)



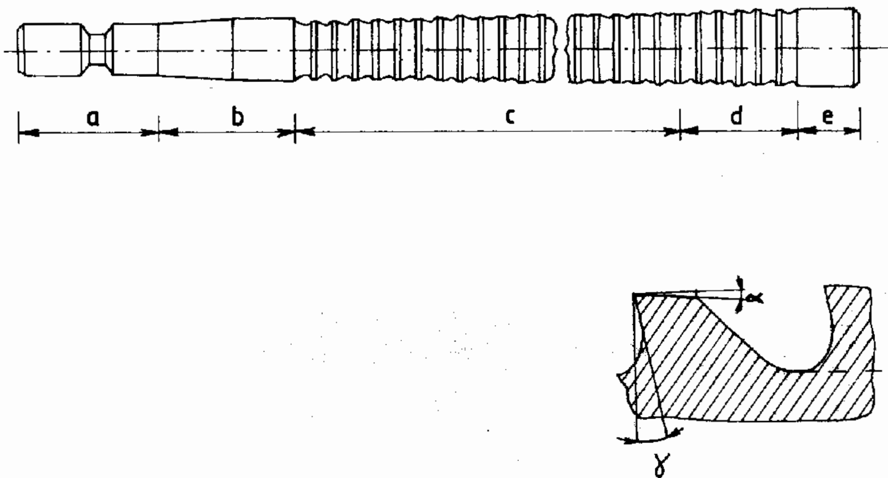
Hình 11.6 Máy bào giường

11.5. ĐẶC ĐIỂM VÀ KHẢ NĂNG CÔNG NGHỆ CỦA CHUỐT

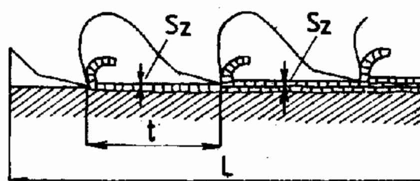
Xét về các chuyển động trong quá trình cắt của chuốt thì tương tự như bào và xọc, tuy nhiên trong một số trường hợp chuyển động chạy dao là chuyển động xoay tròn và được thực hiện đồng thời với chuyển động chính.

Điều khác biệt lớn nhất của chuốt so với bào và xọc là kết cấu của dao chuốt. Dao chuốt có rất nhiều lưỡi cắt. Trên một dao có thể có một số lưỡi cắt để gia công thô (phần c trên Hình 11.7) và phần lưỡi cắt để thực hiện gia công tinh và sửa đúng (phần d trên Hình 11.7).

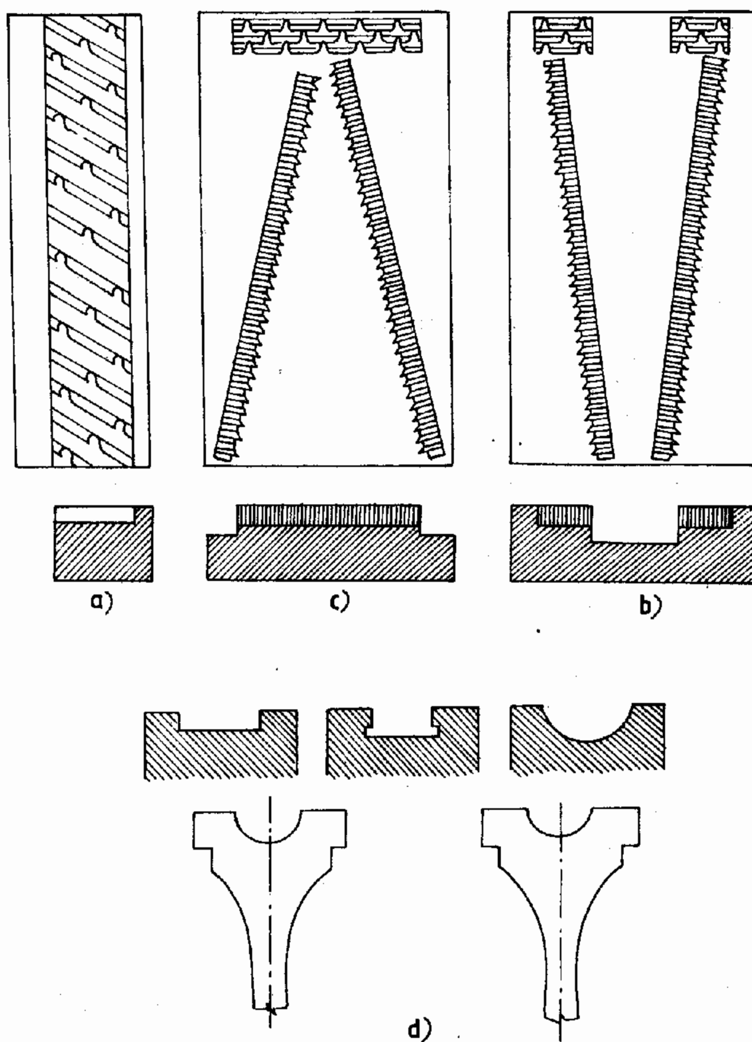
Sơ đồ cắt khi chuốt được mô tả trên hình 11.8.



Hình 11.7 Cấu tạo dao chuốt



Hình 11.8 Sơ đồ cắt khi chuốt



Hình 11.9 Chuốt mặt phẳng ngoài

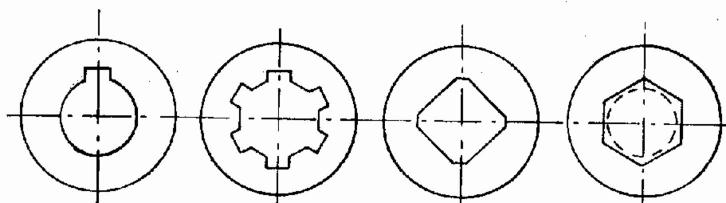
Chuốt có thể gia công mặt phẳng ngoài (Hình 11.9) các lỗ tròn, lỗ có rãnh thẳng hoặc rãnh xoắn, lỗ then, lỗ then hoa và các dạng lỗ định hình khác (hình 11.10).

Những ưu điểm của phương pháp chuốt là :

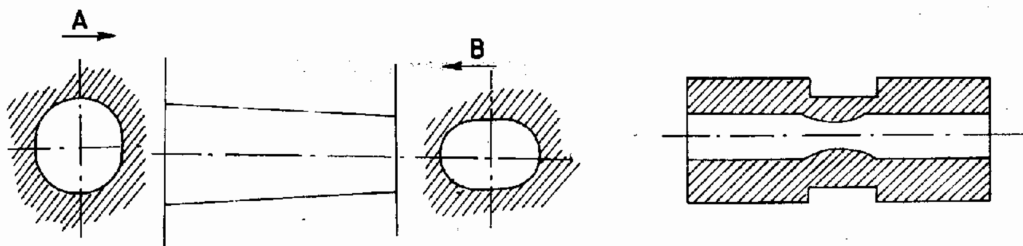
- Độ chính xác có thể đạt cấp 7, độ bóng bề mặt đạt Ra = 0,6 ÷ 0,8μm, chất lượng bề mặt gia công tốt vì vận tốc cắt nhỏ, biến dạng dẻo không lớn.
- Năng suất cắt cao vì số lưỡi cắt nhiều.
- Một lần cắt có thể vừa là gia công thô vừa là gia công tinh.
- Có thể gia công được nhiều dạng lỗ khác nhau.
- Có thể gia công được các lỗ có đường kính đến 320mm, then hoa có đường kính đến 420mm, chiều rộng của rãnh đến 100mm, chiều dài của lỗ đến 10 000mm.

Nhược điểm của chuốt :

- Dao chuốt khó chế tạo, đắt tiền.
- Chỉ gia công được các lỗ thông suốt, thẳng và có đường kính không thay đổi.
- Đòi hỏi máy phải có công suất lớn vì lực chuốt lớn.
- Chuốt không sửa được các sai lệch về vị trí tương quan.
- Khi chuốt các lỗ có chiều dầy thành lỗ không đồng đều thì lỗ dễ bị biến dạng (Hình 11.11).



***Hình 11.10** Các dạng lỗ có thể chuốt*



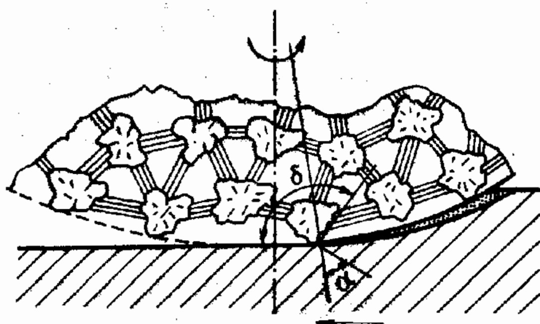
***Hình 11.11** Các dạng biến dạng do thành lỗ không đều*

Chương 12
GIA CÔNG TRÊN MÁY MÀI

12.1. TÍNH CHẤT CHUNG CỦA MÀI

Về nguyên lý, mài có tính chất tương tự giống phay, chỉ khác nhau về kích thước và số lượng lưỡi cắt ở dao phay và đá mài. Đá mài là loại dao có vô số lưỡi cắt vì mỗi hạt mài là một lưỡi cắt mà hạt mài thì rất bé, kích thước (độ lớn) của hạt mài trong khoảng 0,003 đến 3mm. Các hạt mài có hình dạng khác nhau, phân bố lộn xộn nhờ chất dính kết của đá mài (Hình 12.1).

Bản chất của quá trình mài là sự cọ sát tế vi bề mặt vật rắn bằng những hạt mài có vận tốc cao. Mài có thể gia công được các vật liệu rất cứng nhưng lại không phù hợp khi gia công vật liệu quá mềm. Tốc độ cắt khi mài lớn hơn rất nhiều so với phay, có thể đạt từ 10 đến 80m/s.



Hình 12.1 Hình dạng và sự liên kết của hạt mài

Mài là nguyên công gia công tinh, mài thô có thể đạt cấp chính xác 9 và độ bóng bề mặt Ra = 0,2 ÷ 1,6μm. Mài tinh mỏng (siêu tinh) có thể đạt cấp chính xác 3 đến 4 và Ra = 0,025 ÷ 0,4μm.

12.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP MÀI

Mài có thể gia công được nhiều dạng bề mặt khác nhau như mặt phẳng, mặt trụ trong, mặt trụ ngoài, các mặt côn, các bề mặt định hình .v.v. Tùy theo hình dạng bề mặt gia công mà ta chia thành các phương pháp mài sau :

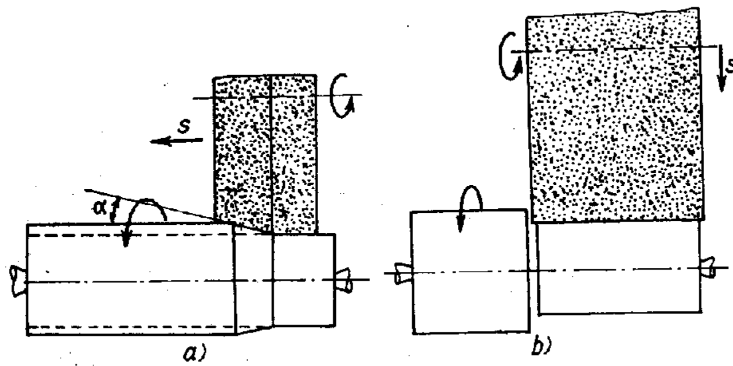
- Mài mặt trụ ngoài.
- Mài mặt trụ trong.
- Mài mặt phẳng.
- Mài bề mặt định hình.

12.2.1 Mài mặt trụ ngoài

Khi mài mặt trụ ngoài ta có thể thực hiện bằng một trong hai phương pháp là mài có tâm và mài không tâm.

a) Mài có tâm

Mài có tâm là chi tiết được gá vào hai lỗ tâm hoặc một đầu vào mâm cặp và một đầu vào mũi chống tâm. Mài có tâm gia công được trục trơn, trục bậc, bề mặt côn, rãnh trên các mặt trụ ngoài, góc lượn.



Hình 12.2 Sơ đồ mài có tâm

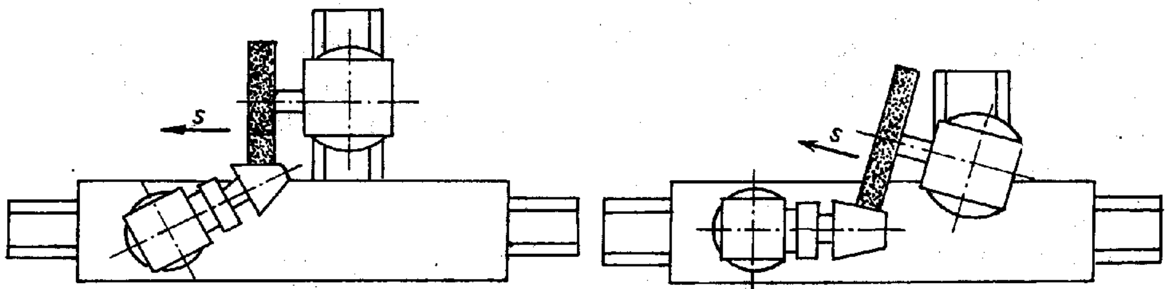
Khi mài có tâm, chi tiết và đá quay ngược chiều nhau. Tốc độ quay của đá rất lớn gấp khoảng 100 lần so với tốc độ của chi tiết.

Mài có tâm thường thực hiện chạy dao dọc (Hình 12.2a), chiều sâu cắt thường rất bé từ 0,005 đến 0,2mm. Muốn có chiều sâu cắt được lớn hơn thì đá mài cần được vát côn một phần với góc côn $\alpha = 2 \div 3^o$.

Đối với trục ngắn có đường kính lớn thì nên thực hiện chạy dao ngang (Hình 12.2b). Phương pháp này đòi hỏi độ cứng vững của chi tiết tốt, chiều rộng của đá lớn và đặc biệt là phải sửa đá thật chính xác. Phương pháp chạy dao ngang còn sử dụng khi mài bề mặt định hình tròn xoay.

Khi gia công mặt đầu và mặt trụ ngoài của trục bậc bằng một đá còn có thể thực hiện ăn dao xiên. Trong trường hợp này ta thấy tốc độ cắt ở các điểm tiếp xúc giữa đá và chi tiết không đều nhau, do đó đá mòn không đều vì vậy mặt trụ dễ bị côn và mặt đầu không được thẳng góc với mặt trụ.

Trường hợp khi mài mặt trụ ngoài côn thì có thể gá chi tiết hoặc đá mài như hình 12.3.

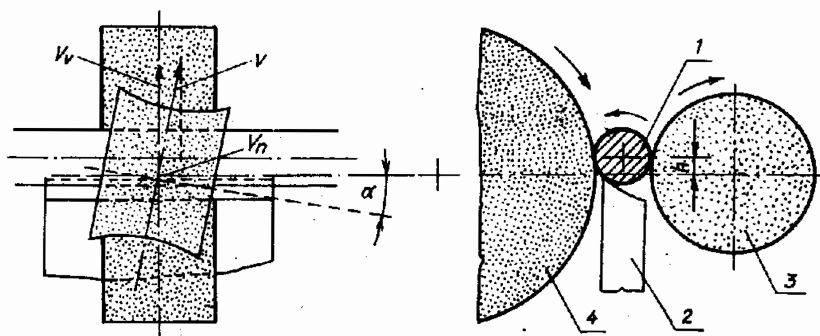


Hình 12.3 Cách tiến dao khi mài mặt côn

b) Mài không tâm.

Mài không tâm là sử dụng bề mặt đang gia công để làm chuẩn định vị cho chi tiết gia công.

Sơ đồ của mài không tâm được mô tả trên hình 12.4, trong đó chi tiết (1) được đặt giữa hai đá mài (3) và (4). Đá mài (3) làm nhiệm vụ bánh dẫn và truyền chuyển



Hình 12.4 Sơ đồ mài không tâm

động cho chi tiết. Đá mài (4) có đường kính gấp đôi đá dẫn và có tốc độ quay lớn hơn 100 lần so với đá dẫn. Chi tiết (1) còn được đỡ nhờ thanh đỡ (2). Thanh đỡ (2) luôn giữ cho chi tiết có tâm cao hơn tâm của hai đá mài một khoảng là $h = \sqrt{16 - d}$ (trong đó d là đường kính của chi tiết) nhưng h không được phép vượt quá 10 ÷ 15mm. Thanh dẫn thường được vát để tạo điều kiện cho chi tiết được áp sát vào bánh dẫn. Khi mài không tâm, chi tiết thực hiện chuyển động dọc tự động nhờ góc nghiêng giữa trục bánh dẫn và trục chi tiết. Góc này có giá trị là $\alpha = 1 \div 6^o$. Để tiếp xúc giữa đá dẫn và chi tiết được tốt hơn, bánh dẫn thường có dạng hypecbôlôit.

Đặc điểm của phương pháp mài không tâm là :

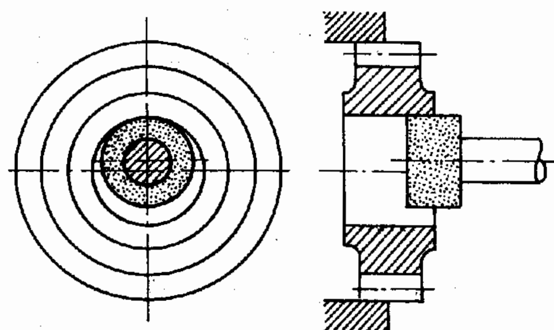
- Giảm được thời gian phụ (thời gian gá đặt) và thời gian gia công chuẩn.
- Dễ tự động hoá quá trình công nghệ
- Độ cứng vững gá đặt cao hơn mài có tâm
- Chủ yếu để gia công trục trơn.

12.2.2. Mài mặt trụ trong

Khi mài mặt trụ trong thì đường kính của đá mài phải nhỏ hơn đường kính của lỗ mài. Thường chọn đường kính đá = 0,7 - 0,9 đường kính lỗ cần mài. Mài mặt trụ trong cũng được tiến hành bằng 2 phương pháp đó là mài có tâm và mài không tâm.

a) Mài có tâm

Mài lỗ có tâm có 2 cách gá đặt chi tiết. Cách thứ nhất là chi tiết được kẹp chặt trên mâm cặp và quay tròn. Trục đá cũng quay tròn là chuyển động chính và thực hiện cả chuyển động chạy dao dọc hoặc chuyển động chạy dao ngang (Hình 12.5). Phương pháp gá đặt này thường dùng để mài chi tiết nhỏ, các vật tròn xoay, các vật dễ gá trên mâm cặp.



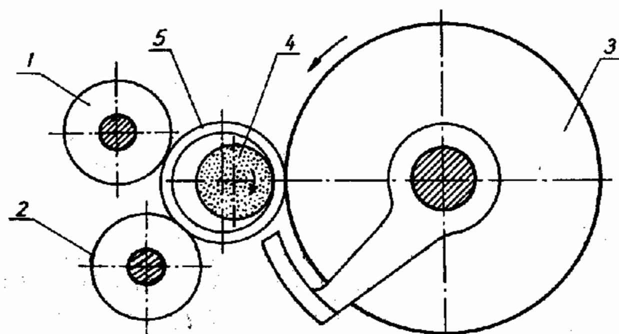
Hình 12.5 Mài lỗ có tâm

Phương pháp thứ hai là chi tiết được gá cố định trên bàn máy. Trục mang đá thực hiện tất cả các chuyển động gồm : chuyển động

quay tròn của đá, chuyển động chạy dao dọc hoặc ngang và chuyển động hành tinh của đá xung quanh tâm lỗ gia công để cắt hết bề mặt chu vi lỗ. Thực chất chuyển động hành tinh của đá ở phương pháp thứ hai là thay cho chuyển động quay tròn của chi tiết gia công ở phương pháp thứ nhất. Phương pháp thứ hai này thuận tiện khi gia công các chi tiết lớn như : thân động cơ, các loại hộp, các chi tiết cồng kềnh.

b) Mài lỗ không tâm.

Chi tiết được giữ và tạo chuyển động quay nhờ hai bánh đỡ (1), (2) và bánh đá dẫn (3). Bánh đá dẫn có đường kính lớn hơn nhiều so với bánh đỡ. Đá mài (4) chuyển động quay tròn và các chuyển động chạy dao (Hình 12.6).



Hình 12.6 Sơ đồ mài lỗ không tâm

Khi mài không tâm, bề mặt ngoài của chi tiết là mặt chuẩn định vị nên trước khi mài phải gia công tinh hoặc bán tinh bề mặt này.

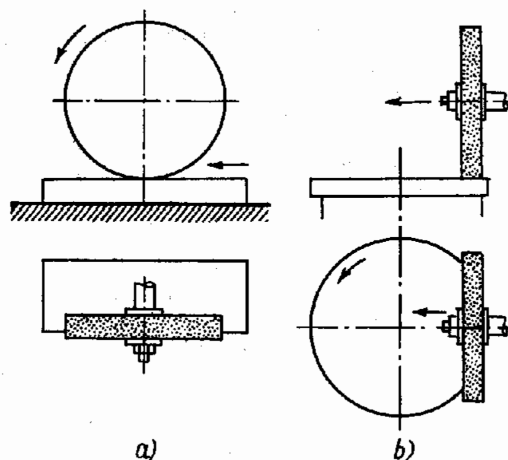
Phương pháp này cho năng suất cao, khả năng đạt độ chính xác và độ đồng tâm cao, chủ yếu để gia công các bạc có thành mỏng. Phương pháp này cũng có thể gia công được lỗ côn khi ta nghiêng trục đá so với trục của lỗ một góc nhất định. Góc này phụ thuộc vào độ côn của lỗ.

12.2.3. Mài mặt phẳng

Khi mài mặt phẳng có thể sử dụng đá mài mặt trụ hoặc đá mài mặt đầu.

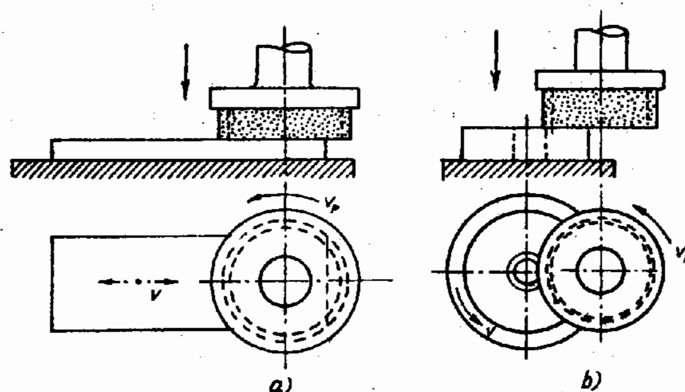
Mài bằng đá mài mặt trụ cho độ chính xác và độ bóng bề mặt cao vì thoát phoi, thoát nhiệt và tưới dung dịch trơn nguội vào khu vực gia công được dễ dàng.

Đá mài chuyển động quay tròn, bàn máy mang chi tiết chuyển động thẳng theo chiều dọc để cắt hết chiều dài chi tiết sau đó chuyển động ngang để cắt hết chiều rộng chi tiết. Bàn máy cũng có thể chuyển động quay tròn (Hình 12.7a,b). Phương pháp này có năng suất không cao vì diện tích tiếp xúc giữa đá mài và chi tiết không lớn.



Hình 12.7 Mài mặt phẳng bằng đá mài mặt trụ
a) Bàn máy chuyển động thẳng ;
b) Bàn máy quay tròn

Khi mài mặt phẳng bằng đá mài mặt đầu (Hình 12.8a,b), diện tích tiếp xúc giữa đá và chi tiết gia công lớn nên năng suất cao hơn so với mài bằng đá mài mặt trụ. Tuy nhiên việc thoát phoi, thoát nhiệt và tưới dung dịch khó khăn hơn nên độ chính xác và độ bóng bề mặt lại kém hơn.



Hình 12.8 Mài mặt phẳng bằng đá mài mặt đầu
a) Bàn máy chuyển động thẳng ; b) Bàn máy quay tròn

Để giải quyết việc thoát phoi, thoát nhiệt và tưới dung dịch được dễ dàng ta có thể nghiêng mặt đá so với mặt phẳng gia công một góc từ 2 đến 4^o nhưng độ bóng bề mặt lại kém hơn nhiều vì trên bề mặt có các vết mài và bị lõm xuống.

Mài mặt phẳng là phương pháp gia công tinh mặt phẳng đã phay hoặc bào và có thể đã qua nhiệt luyện (tôi).

Mài mặt phẳng có thể đạt cấp chính xác 5 đến 7 và độ bóng Ra = 0,2 ÷ 1μm. Trường hợp mài tinh có thể đạt cấp chính xác 3 đến 4 và Ra =0,025 ÷ 0,4μm.

Độ chính xác cũng như độ bóng và công suất của mài phụ thuộc vào một số yếu tố như độ cứng vững của máy mài, độ lớn của hạt mài, loại chất dính kết và chế độ cắt khi mài.

12.2.4. Mài định hình

Mài định hình là sử dụng đá mài có biên dạng giống như biên dạng của bề mặt gia công, có thể là bề mặt tròn xoay hoặc mặt định hình thẳng (rãnh). Khi mài chỉ có thể tiến dao ngang đối với mặt tròn xoay và tiến dao dọc với chi tiết có mặt định hình thẳng. Khi mài phải sửa đá thật chính xác theo hình dáng yêu cầu.

12.3. ĐÁ MÀI

Đá mài là một loại dụng cụ cắt đặc biệt vì có vô số lưỡi cắt và các lưỡi cắt không hoàn toàn giống nhau về kích thước và hình dáng.

Đá mài được tạo thành từ các hạt mài và chất dính kết. Hạt mài là thành phần chính của đá mài, mỗi hạt mài có nhiệm vụ như một lưỡi cắt nên nó phải có yêu cầu như các loại vật liệu làm lưỡi cắt. Hạt mài được chế tạo từ các loại vật liệu như kim cương, các bít silíc (SiC), ôxýt nhôm (Al_2O_3), các bít bo (B_4C).v.v. Hạt mài được sản suất theo các kích thước (cỡ) hạt khác nhau từ 5μm đến 3200μm để chế tạo các

loại đá khác nhau. Kích thước hạt phụ thuộc vào kích thước rây để sàng và phân loại độ lớn của hạt.

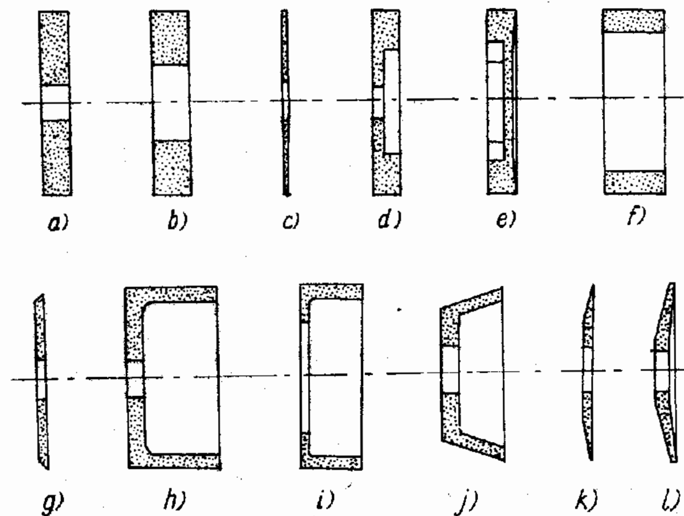
Chất dính kết dùng để liên kết các hạt mài và tạo nên hình dáng của đá mài. Chất dính kết quyết định độ bền, độ cứng và độ mềm của đá mài.

Chất dính kết thường dùng gồm chất dính kết vô cơ như keramit, chất hữu cơ như bakêlit, cao su.v.v.

Độ cứng hoặc độ mềm của đá mài không phụ thuộc vào vật liệu chế tạo hạt mài mà là khả năng tách rời của các hạt mài khi có tác dụng của lực cắt để tạo nên trên bề mặt đá một lớp hạt mài mới. Đá cứng là loại đá mà các hạt mài khó tách khỏi đá mài. Loại này dùng để gia công các vật liệu mềm vì vật liệu mềm không đòi hỏi cao về độ sắc của lưỡi cắt. Đá mềm là đá dễ tách các hạt mài ra khỏi đá mài và tạo nên trên bề mặt đá mài các hạt mài mới với các lưỡi cắt mới nên lưỡi cắt sắc hơn. Thường dùng để gia công các vật liệu cứng.

Một đặc trưng nữa của đá mài mà các loại dụng cụ cắt khác không có đó là độ xốp. Độ xốp của đá mài là tỷ lệ phần trăm phần rỗng trong một đơn vị thể tích của đá mài. Đá mài có độ hạt lớn thì độ xốp cũng lớn và ngược lại, đá mài có độ hạt bé thì độ xốp nhỏ và mặt đá mài mịn hơn.

Hình dáng của đá mài rất đa dạng (Hình 12.9). Tùy theo mục đích sử dụng và tùy theo loại máy mà đá mài được sản xuất theo hình dáng và tính chất khác nhau. Trong mỗi loại hình dáng của đá cũng có nhiều loại đá mài với tính chất khác nhau như độ hạt, độ cứng, độ xốp và độ lớn về kích thước.



Hình 12.9 Một số kiểu dáng của đá mài

Ký hiệu đá mài thường được ghi trên mỗi đá mài với các thông số cần thiết. Mỗi nước sản xuất đều có một ký hiệu riêng nhưng đa phần các nước đều ký hiệu một số thông số cơ bản sau trên đá mài :

- Đường kính lớn nhất của đá. Có nước có cả đường kính trong (lỗ) của đá.
- Chiều rộng của đá.

- Tiêu chuẩn nhà nước hoặc ngành.
- Loại vật liệu làm hạt mài.
- Kích thước (độ lớn) của hạt mài.
- Độ xốp của đá mài
- Chất dính kết.
- Tốc độ cắt tối đa cho phép. (thông số này chỉ có ở một số nước).

12.4. MÁY MÀI

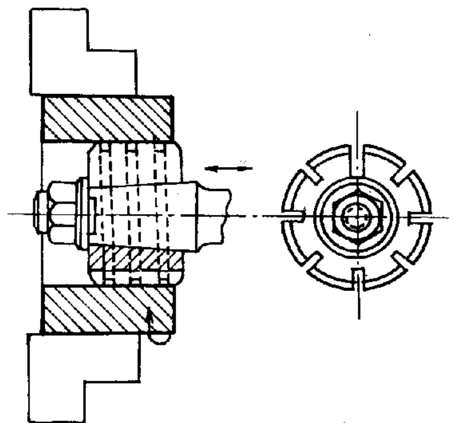
Máy mài rất đa dạng về chủng loại. Tùy theo mục đích và tính chất công việc, máy mài được chia thành các nhóm sau đây :

- Máy mài có tâm dùng để mài mặt trụ ngoài.
- Máy mài không tâm để gia công mặt trụ ngoài.
- Máy mài lỗ có tâm và máy mài lỗ không tâm.
- Máy mài mặt phẳng.
- Máy mài chuyên dùng như máy mài trục khuỷu, máy mài bánh răng, mài then hoa, mài ren vít, mài dụng cụ cắt.v.v.

12.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP MÀI ĐẶC BIỆT

12.5.1. Mài nghiền

Mài nghiền là phương pháp gia công tinh đạt độ bóng và độ chính xác cao. Mài nghiền là dùng bột mài hạt nhỏ hoặc bột kim cương trộn với dầu nhờn, mỡ bò, parafin và một số axít hữu cơ rồi bôi lên bề mặt tiếp xúc giữa dụng cụ và bề mặt cần gia công. Do có chuyển động tương đối giữa hai bề mặt này nên tạo thành quá trình gia công mài (Hình 12.10).



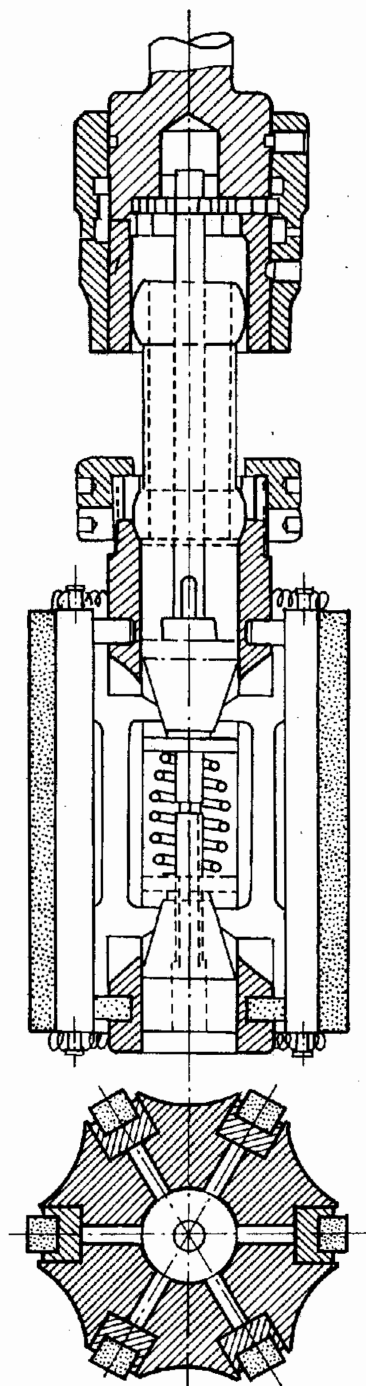
Hình 12.10 Sơ đồ mài nghiền

Mài nghiền thường dùng khi gia công các mặt trụ trong, trụ ngoài, mặt phẳng, bề mặt định hình. Mài nghiền không có khả năng sửa chữa những sai lệch về vị trí tương quan và không cắt được lượng dư lớn nên trước khi mài nghiền cần phải gia công bề mặt đạt cấp chính xác 7 và có độ bóng Ra = 0,4 đến 0,6μm thì sau khi mài nghiền có thể đạt cấp chính xác 6 và Ra = 0,01 đến 0,2μm.

Hạt mài sử dụng trong mài nghiền ở dạng bột nên số lượng hạt tham gia rất lớn nhưng áp lực và vận tốc cắt không lớn. Năng suất của mài nghiền là không cao.

12.5.2. Mài khôn

Bản chất của mài khôn tương tự như mài nghiền nhưng dụng cụ mài khôn sử dụng các thỏi đá để thay cho bột mài ở mài nghiền. Dụng cụ này được gọi là đầu khôn (Hình 12.11).



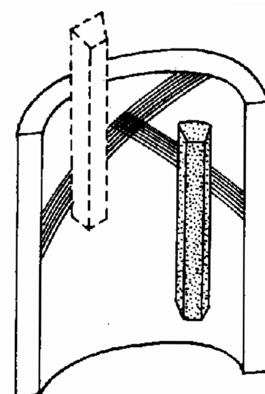
Hình 12.11 Kết cấu của đầu khôn

Chuyển động cắt của mài khôn gồm chuyển động quay tròn và chuyển động tịnh tiến qua lại của đầu khôn (Hình 12.12). Tỷ lệ giữa hai chuyển đông nêu trên được quy định tùy theo chất lượng yêu cầu.

Đầu khôn được nối lắc lư với trục mang dao, có bộ phận thay đổi đường kính mặt ngoài của đá và tạo áp lực lên bề mặt gia công.

Mài khôn chủ yếu dùng để gia công lỗ. Có thể gia công được các lỗ có đường kính từ 6mm đến 1500mm, chiều dài của lỗ từ 100 đến 20 000mm.

Các lỗ thường được tiến hành mài khôn là các xylanh của các loại động cơ đốt trong, các xylanh thủy lực, lỗ tay biên, nòng súng.



Hình 12.12 Quỹ đạo chuyển động của đầu khôn

Độ chính xác của mài khôn có thể đạt cấp chính xác 6 đến 7 và độ bóng $Ra = 0{,}05 \div 0{,}4\mu m$.

Ưu điểm của mài khôn là năng suất cao hơn mài nghiền vì có nhiều thỏi đá cùng làm việc, lỗ mài đảm bảo độ tròn cao vì độ cứng vững của đầu khôn tốt, không bị biến dạng trục đá, quá trình cắt êm ít rung động nên độ chính xác và độ bóng cao.

Tuy có nhiều ưu điểm hơn so với mài nghiền nhưng mài khôn cũng có nhiều nhược điểm như : không sửa được các sai lệch về vị trí tương quan, không phù hợp khi gia công kim loại mầu vì phoi của loại vật liệu này sẽ lấp kín trên đá mài rất nhanh làm cho đá không thể tiếp tục mài được.

12.5.3. Đánh bóng

Đánh bóng là phương pháp gia công tinh bằng cách dùng hạt mài rất nhỏ trộn với dầu nhờn đặc rồi bôi lên bánh đánh bóng đàn hồi. Bánh này quay với tốc độ rất lớn từ 20 đên 40 m/s.

Bánh đánh bóng có thể là vải thô, vải mềm, vải ép, da ép.

Thực chất của đánh bóng gồm hai quá trình đó là lớp kim loại rất mỏng hớt đi nhờ tốc độ rất lớn của bánh đánh bóng và quá trình lăn ép và trượt dẻo của lớp kim loại rất mỏng trên bề mặt do nhiệt độ cao, do ma sát và do các hạt mài chuyển động tự do trên bề mặt gia công.

Trước khi đánh bóng, chi tiết phải được mài hoặc gia công tinh khác. Đánh bóng chỉ để tăng độ bóng bề mặt, không có khả năng sửa chữa các sai lệch về hình dạng và vị trí tương quan.

Chương 13
GIA CÔNG BÁNH RĂNG

13.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ BÁNH RĂNG

Bánh răng là chi tiết có răng dùng để truyền chuyển động quay bằng sự tiếp xúc lần lượt các cặp răng ăn khớp với nhau. Bánh răng thường dùng gồm có một số loại như sau :

+) Bánh răng trụ dùng để truyền chuyển động giữa hai trục song song với nhau.

+) Bánh răng côn dùng để truyền chuyển động giữa hai trục cắt với nhau.

+) Bánh vít-trục vít dùng để truyền chuyển động giữa hai trụ chéo nhau.

Hai loại bánh răng trụ và bánh răng côn lại được chia làm hai loại là bánh răng răng nghiêng và bánh răng có răng thẳng.

13.2. YÊU CẦU CHUNG CỦA BÁNH RĂNG

13.2.1. Độ chính xác

Độ chính xác của bánh răng được đánh giá bằng các chỉ tiêu sau đây :

a) Độ chính xác động học.

b) Mức độ làm việc êm (hoặc độ ổn định khi làm việc)

c) Độ chính xác về tiếp xúc

d) Khe hở cạnh bên.

Theo tiêu chuẩn nhà nước Việt Nam (TCVN 1067 - 84) thì 3 chỉ tiêu đầu được quy định mỗi chỉ tiêu có 12 cấp chính xác với ký hiệu là các chữ số từ 1 đến 12 trong đó số 1 là cấp chính xác cao nhất. Trong thực tế các bánh răng thường được chế tạo với cấp chính xác từ 4 đến 11.

Đối với chỉ tiêu thứ 4 thì TCVN 1067 - 84 quy định có 6 dạng đối tiếp khe hở mặt bên răng và được ký hiệu bằng các chữ cái H,E,D,C,B,A trong đó H có khe hở nhỏ nhất.

13.2.2 Vật liệu và nhiệt luyện bánh răng

Vật liệu để chế tạo bánh răng phụ thuộc và tải trọng, công dụng và tốc độ khi làm việc. Các loại vật liệu thường được sử dụng gồm thép các bon, thép hợp kim và gang. Bánh răng bằng gang chỉ sử dụng khi có tốc độ quay nhỏ hơn 3m/giây.

Phôi của bánh răng thường sử dụng phôi rèn. Phôi rèn có cơ tính tốt và có khả năng tiết kiệm được vật liệu và thời gian gia công.

Nhiệm vụ của bánh răng là truyền lực và khi làm việc bánh răng chỉ tiếp xúc với nhau ở các bề mặt răng vì vậy răng phải có độ bền và độ cứng cần thiết. Mặt khác bánh răng không được phép có vết nứt và ứng suất dư cao quá mức cho phép. Để

bánh răng có thể làm việc được tốt cần phải có chế độ nhiệt luyện hợp lý. Đối với thép các bon thấp, bề mặt răng thường được thấm các bon sau khi cắt

13.2.3. Chuẩn

Tùy theo kết cấu, vật liệu, độ chính xác và sản lượng mà ta chọn chuẩn và phương pháp gia công chuẩn cho thích hợp.

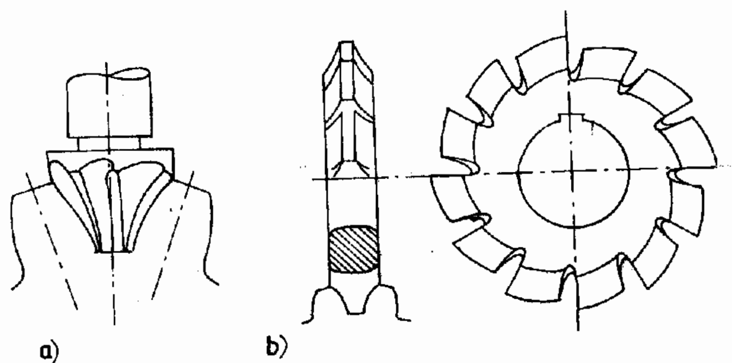
Đối với bánh răng có lỗ thì bao giờ cũng chọn lỗ làm chuẩn để gia công bánh răng, vì vậy khi gia công phôi phải chú trọng đến chất lượng của lỗ. Đối với các bánh răng liền trục thì bề mặt cổ trục cần phải chú ý về chất lượng vì đó là bề mặt chuẩn. Trong một số trường hợp cần chú ý đến độ thẳng góc giữa mặt đầu bánh răng với đường tâm của lỗ hoặc đường tâm cổ trục.

13.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG BÁNH RĂNG TRỤ

Bánh răng trụ có hai loại là bánh răng trụ răng thẳng và bánh răng trụ răng nghiêng. Có thể có răng nghiêng trái và răng nghiêng phải (xem thêm giáo trình nguyên lý và chi tiết máy). Bánh răng trụ thường được gia công bằng một số phương pháp sẽ được trình bầy ở các mục sau đây.

13.3.1. Gia công răng bằng dao định hình

Gia công răng bằng dao định hình là sử dụng dao có dạng prôfin trùng với dạng của rãnh răng. Phương pháp này chủ yếu sử dụng trên các máy phay vạn năng có sử dụng đầu phân độ. Dao cắt có hai loại là dao phay ngón mô đun (hình 13.1a) và dao phay đĩa mô đun (hình 13. 1b).



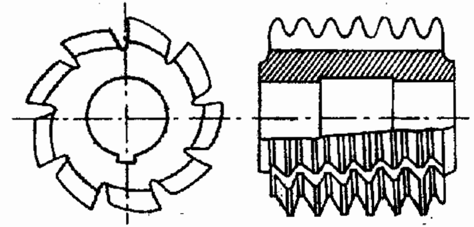
Hình 13.1 Dao phay định hình
a) Dao phay ngón *b) Dao phay đĩa*

Khi gia công ta tiến hành phay từng rãnh răng một cho hết chiều rộng của bánh răng, sau đó nhờ cơ cấu phân độ ta quay phôi một góc $\varphi = 2\frac{\pi}{z}$ (ở đây z là số răng của bánh răng cần gia công) rồi tiến hành phay rãnh tiếp theo.

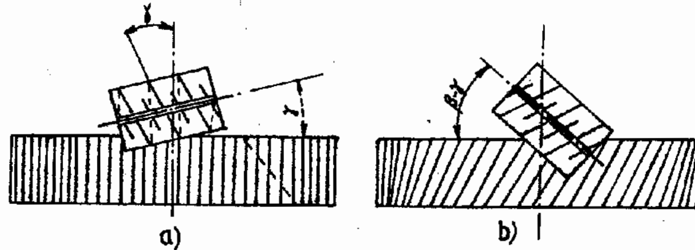
Phương pháp này chủ yếu dùng trong sản xuất đơn chiếc. Năng suất gia công thấp, độ chính xác không cao.

13.3.2. Gia công răng bằng dao phay lăn răng

Gia công răng theo phương pháp phay lăn răng là sử dụng dao phay lăn răng. Phương pháp này dựa trên nguyên lý ăn khớp của hai bánh răng có trục chéo nhau trong đó có một bánh răng là dụng cụ cắt. Dụng cụ cắt đó chính là dao phay lăn răng. Dao phai lăn răng có dạng như một trục vít vô tận có số răng (số đầu mối ren) từ 1 đến 3 và có nhiều rãnh thẳng góc với đường xoắn vít để tạo nên các mặt trước của lưỡi cắt và là rãnh thoát phoi (hình 13.2) Khi phay bánh răng trụ răng thẳng thì trục dao nghiêng với mặt đầu bánh răng một góc γ (hình 13.3a). Góc γ có giá trị bằng góc nâng ren của dao.



Hình 13.2 Dao phay lăn răng



Hình 13–3 Phay lăn răng bánh răng trụ
a) Bánh răng răng thẳng ; b) Bánh răng răng nghiêng

Khi phay bánh răng trụ răng nghiêng có góc nghiêng của răng là β thì góc tạo bởi trục dao và mặt đầu bánh răng là : $\beta \pm \gamma$ (hình 13.3b). Dấu âm (-) khi dao và bánh răng có cùng chiều xoắn, dấu dương (+) khi dao và bánh răng ngược chiều xoắn.

Khi phay lăn răng cũng có thể thực hiện bằng một trong hai phương pháp là phay thuận và phay nghịch (xem thêm chương gia công phay).

Khi phay có thể thực hiện tiến dao theo hai cách là tiến dao theo hướng trục và tiến dao theo hướng kính rồi tiến dao theo hướng trục.

Chế độ cắt trong phương pháp này phụ thuộc vào nhiều yếu tố như : mô đun của bánh răng, vật liệu gia công, chế độ nhiệt luyện, kết cấu của bánh răng, độ chính xác yêu cầu, vật liệu làm dao, độ cứng vững của hệ thống công nghệ.v.v. Tốc độ cắt có thể chọn trong khoảng từ 15 đến 30 m/phút và lượng chạy dao s = 0,5 đến 1,5 mm/vòng đối với các loại dao thông dụng. Đối với các loại dao tốt hơn (hợp kim cứng) có thể đạt v = 120 m/phút và s = 2 mm/vòng.

13.3.3. Xọc răng

Nguyên lý của xọc răng cũng tương tự như nguyên lý phay lăn răng đó là sự lăn của các răng của dụng cụ cắt theo các răng của chi tiết.

Hình dạng của dao xọc có hai loại đó là dạng một bánh răng tròn xoay và dạng thanh hay còn gọi là dạng răng lược. Trên hình 13.4 là hình dạng và một số thông số hình học của dao xọc răng hình tròn.

Nguyên lý làm việc của xọc răng bằng dao xọc dạng tròn xoay được mô tả trên hình 13.5. Dao xọc (1) được nối với thanh trượt (2). Thanh trượt này chuyển động khứ hồi dọc theo trục của nó nhờ cơ cấu culit (3) qua thanh (4). Cơ cấu culit (3) có khả năng điều chỉnh chiều dài hành trình của thanh trượt (2). Dao và chi tiết có chuyển động ngược chiều nhau theo tỉ số truyền được xác định tùy theo số răng của dao và chi tiết :

$$\frac{n_d}{n_c} = \frac{z_c}{z_d}$$

trong đó : n_d - số vòng quay của dao

n_c - số vòng quay của chi tiết

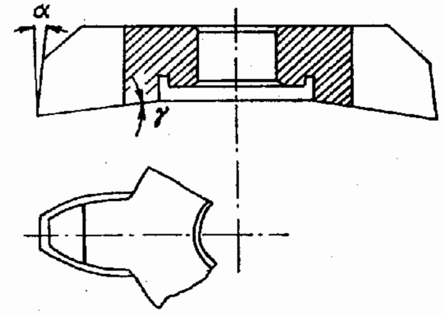
z_c - số răng của chi tiết

z_d - số răng của dao.

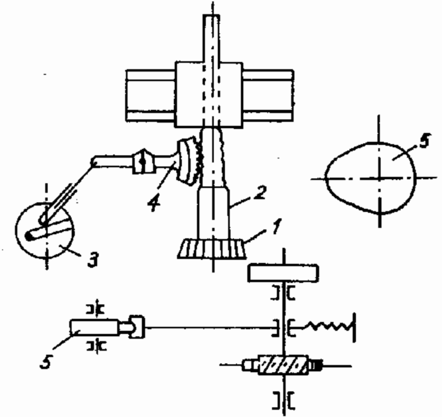
Khi dao thực hiện hành trình chạy không thì giữa dao và chi tiết có chuyển động hướng kính để dao không cà vào bề mặt của răng chi tiết. Chuyển động này là nhờ cơ cấu cam (5) thực hiện.

Sau khi cắt hết số rãnh răng của chi tiết ta thực hiện tiến dao hướng kính để cắt hết chiều sâu của rãnh răng.

Xọc răng là phương pháp gia công thô bánh răng. Năng suất của phương pháp này là không cao.

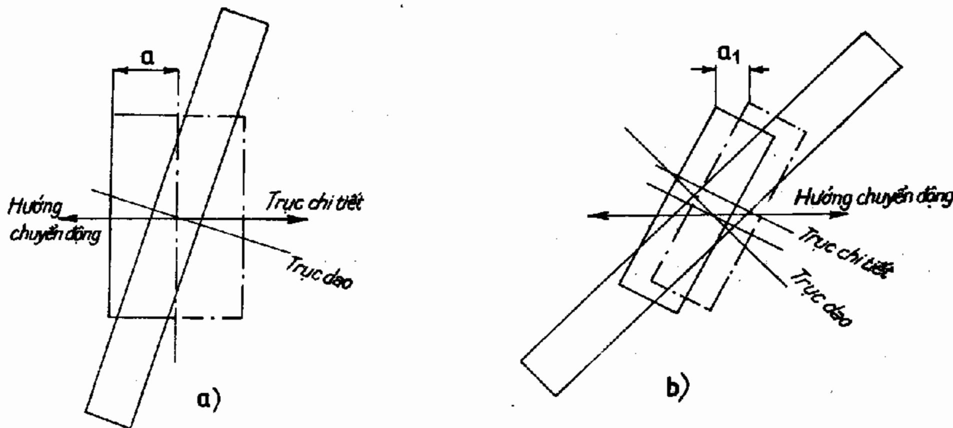


Hình 13.4 Dao xọc hình tròn



Hình 13.5 Sơ đồ xọc răng bằng dao xọc tròn xoay

13.3.4. Cà răng

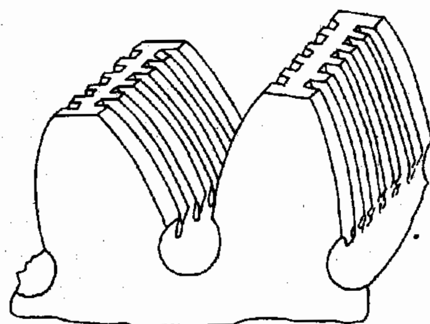


Hình 13.6 Sơ đồ cà răng

Cà răng là phương pháp gia công tinh bánh răng trụ trong đó dao có hình dạng là một bánh răng trụ hoặc một thanh răng ăn khớp không khe hở với bánh răng cần gia công (Hình 13.6).

Hai trục của dao và chi tiết luôn luôn gá chéo nhau đồng thời giữa chúng có chuyển động ăn khớp trong đó dao quay tròn là chuyển động chủ động còn chi tiết có chuyển động bị động. Ngoài các chuyển động trên chi tiết còn có chuyển động theo các hướng như hình 13.6a và hình 13.6b.

Dao cà răng có đường kính lớn hơn chi tiết. Trên bề mặt của dao có các rãnh (Hình 13.7) để tạo nên các lưỡi cắt và rãnh thoát phoi.



Hình 13–7 Cấu tạo một phần của bánh cà răng

Với các chuyển động như trên, bề mặt răng của dao cạo lên bề mặt răng chi tiết làm tách ra một lớp phoi mỏng. Đó chính là quá trình cắt khi cà răng. Thời gian cà răng thường tiến hành 2 đến 4 phút, nếu lâu hơn thì mặt răng dễ bị lõm (do nhiều nguyên nhân phức tạp).

Năng suất của phương pháp cà răng nói chung là cao. Bánh răng gia công có thể đạt cấp chính xác 6 đến 7 và đạt độ bóng Ra = 0,32 - 1,25μm. Phương pháp này chỉ gia công được các bánh răng chưa tôi có độ cứng ≤ 35HRC.

13.3.5. Mài răng

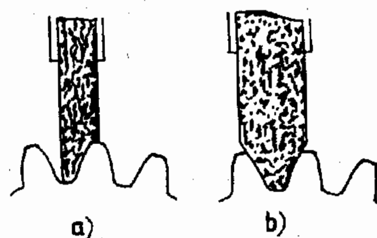
Mài răng là nguyên công gia công tinh để gia công các bánh răng có yêu cầu chất lượng cao, có độ cứng bề mặt cao. Mài răng thường sử dụng khi gia công các bánh răng có mô đun từ 2 đến 10mm. Năng suất khi mài răng thấp mà giá thành lại cao nên chỉ sử dụng khi cần thiết.

Bánh răng sau khi mài có thể đạt cấp chính xác 6 đến 7 và độ bóng bề mặt răng Ra = 0,32 đến 1,25μm.

Mài răng được thực hiện trên hai nguyên lý cơ bản đó là mài định hình và mài bao hình.

1) Mài định hình.

Mài định hình là phương pháp gia công sử dụng đá mài có biên dạng phù hợp với dạng răng của chi tiết. Khi mài có thể sử dụng một đá để mài một bên cạnh răng (hình 13.7a) sau đó mài cạnh bên còn lại của một rãnh răng. Nếu sử dụng đá mài có biên dạng giống rãnh răng của bánh răng cần gia công thì khi mài sẽ mài cả hai bên cạnh răng của một rãnh răng (hình 13.7b).

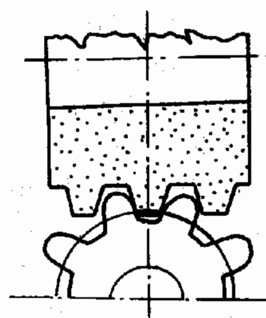


Hình 13.7 Mài răng bằng đá mài định hình
a) – Mài một bên răng ;
b – Mài hai bên răng

2) Mài bao hình.

Mài bao hình sử dụng đá mài có dạng giống như trục vít (giống dao phay lăn răng). Khi mài, đá chuyển

động quay tròn còn chi tiết (bánh răng) quay cưỡng bức theo một xích truyền động chính xác.Độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào xích truyền động và phụ thuộc vào việc sửa đá mài (Hình 13.8). Phương pháp mài bao hình có thể đạt độ chính xác cao và thường sử dụng khi gia công các bánh răng có mô đun nhỏ.

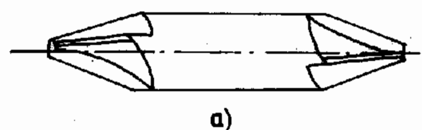


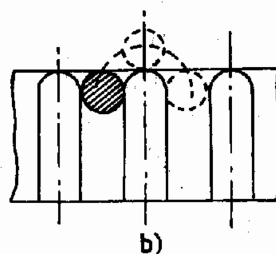
Hình 13.7 Mài răng bao hình bằng đá vít xoắn

13.3.6. Vê đầu răng

Đối với những bánh răng di trượt để thay đổi tỷ số truyền, đầu răng thường được vê tròn hay vót nhọn để ra vào khớp được dễ dàng.

Khi vê đầu răng có thể dùng loại dao có dạng hình 13.9a và sơ đồ cắt được nêu ở hình 13.9b. Vê đầu răng thường thực hiện trên máy chuyên dùng.





Hình 13.9 Dao và sơ đồ cắt khi vê đầu răng
a) Dao vê đầu răng ; b) Sơ đồ cắt

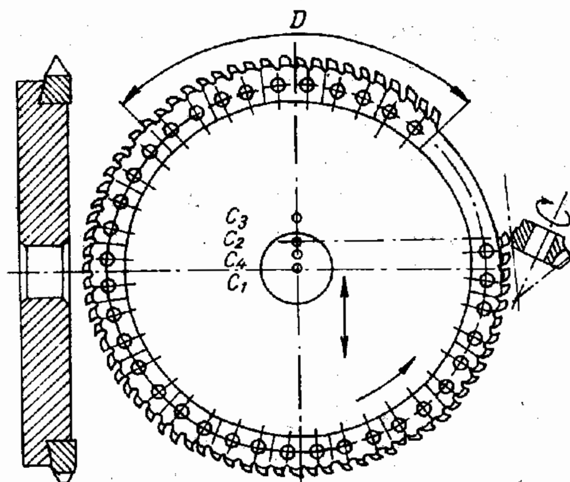
13.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG BÁNH RĂNG CÔN

Bánh răng côn có các loại : bánh răng côn răng thẳng, bánh răng côn răng nghiêng và bánh răng côn răng cong. Các phương pháp gia công bánh răng côn răng thẳng và răng nghiêng đều dựa trên nguyên lý giống nhau, nên trong phạm vi giáo trình này ta chia làm hai loại phương pháp gia công bánh răng côn đó là phương pháp gia công bánh răng côn răng thẳng và phương pháp gia công bánh răng côn răng cong.

13.4.1. Gia công bánh răng côn răng thẳng

Bánh răng côn răng thẳng có thể được gia công bằng nhiều phương pháp khác nhau như : phay bằng dao phay ngón hoặc dao phay đĩa mô đun, bào bằng một hoặc hai dao, phay bằng hai đầu dao hoặc chuốt răng côn.

Hình 13.10 giới thiệu sơ đồ gia công bánh răng côn bằng dao chuốt. Đây là phương pháp định hình chỉ tạo được biên dạng rãnh răng không đổi nên chỉ dùng

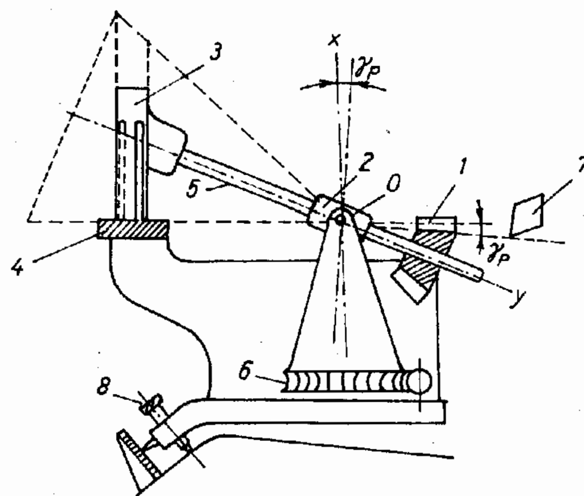


Hình 13.10 Sơ đồ chuốt bánh răng côn

khi gia công thô hoặc gia công các bánh răng côn có yêu cầu độ chính xác không cao.

Dao chuốt có dạng hình tròn, xung quanh được bố trí các lưỡi cắt có dạng prôfin của rãnh răng. Các lưỡi cắt được chia thành nhóm cắt thô và nhóm "D" là nhóm sửa lần cuối. Phần không có lưỡi cắt của dao chuốt là vị trí để gá đặt phôi. Dao quay được một vòng thì cắt xong một rãnh răng. Quá trình cắt tâm dao không cố định mà dịch chuyển từ C1 là tâm khi bắt đầu gia công đến tâm C2 là lúc dao đã ăn hết chiều sâu của rãnh răng. Từ tâm C2 đến C3 là quá trình cắt thô Khi đến C3 thì dao bắt đầu vào phần sửa đúng "D". Quá trình sửa đúng này tâm dao bắt đầu dịch chuyển từ C3 đến C4. Thời gian dao quay ở vùng không có lưỡi cắt thì tâm dao dịch chuyển tiếp đến C1 đồng thời phôi (bánh răng) sẽ được phân độ để cắt rãnh tiếp theo. Phương pháp cắt răng này cho năng suất cao, phù hợp khi sản suất hàng loạt và phù hợp khi cắt các bánh răng có đường kính nhỏ.

Phương pháp bao hình sẽ cho độ chính xác cao hơn khi gia công bánh răng côn. Một trong những phương pháp bao hình để gia công bánh răng côn là phương pháp bào bằng một hoặc hai dao đồng thời.

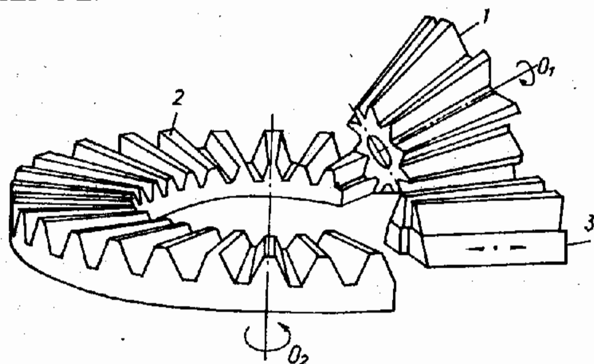


Hình 13.11 Phương pháp Bilgram

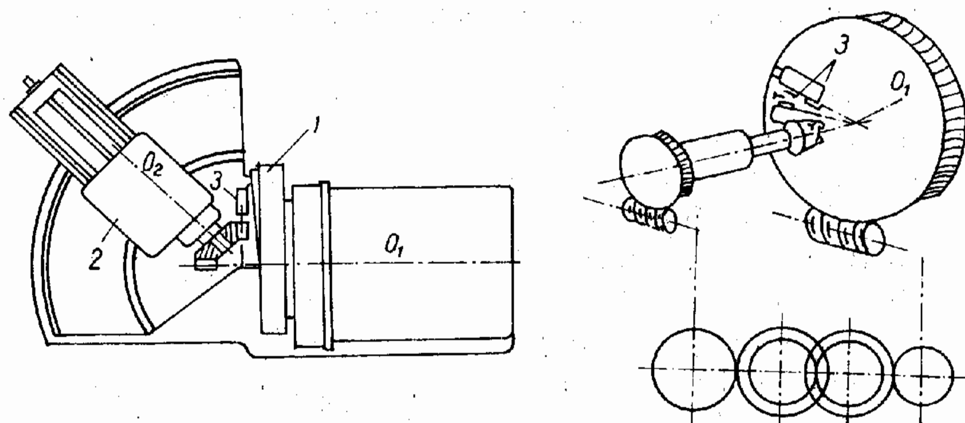
Phương pháp Bilgram (hình 13.11) là phương pháp bào bánh răng côn theo nguyên lý bao hình. Chi tiết (1) được gắn với trục (5), trục này có thể quay tự do được trong bạc (2), bạc (2) quay quanh tâm (O). Đầu thứ hai của trục (5) nối với cam (3). Cam (3) là cam nửa hình elíp, được giữ để luôn luôn tiếp xúc với mặt phẳng (4) và chỉ có thể lăn không trượt trên đó. Cam (3) giữ vai trò như một mặt nón có góc đỉnh đúng bằng góc côn của đường chia răng côn của chi tiết (1). Khi bánh vít (6) quay làm cho bạc (2) và trục (5) quay xung quanh trục (x), do cam (3) lăn không trượt trên mặt phẳng (4) nên trục (5) quay một góc nhất định theo trục (y). Như vậy chi tiết (1) vừa quay xung quanh trục (x) vừa quay quanh trục (y) tạo nên một quỹ đạo là một cạnh răng. Dao cắt (dao bào) (7) chỉ có chuyển động thẳng khứ hồi để cắt một bên của rãnh răng. Điều

chỉnh chính xác vị trí tương đối giữa dao và chi tiết nhờ vít điều chỉnh (8). Phương pháp này có năng suất thấp. Thực tế hiện nay có rất ít máy loại này.

Phương pháp bào bao hình bằng hai dao là phương pháp phổ biến hiện nay. Từ hình 13.12 ta thấy, nếu ta có bánh răng côn (1) ăn khớp với một bánh răng dẹt sinh (2). Khi bánh răng (1) quay quanh trục của nó sẽ làm bánh răng (2) quay quanh tâm O2. Nếu ta xem (3) là dao cắt thì dao (3) vừa phải có chuyển động thẳng khứ hồi, vừa có chuyển động quay quanh O2.



Hình 13.12 Nguyên lí bào bao hình bằng hai dao



Hình 13.13 Sơ đồ của máy bào hai dao

Dựa theo nguyên lý nêu trên, sơ đồ của máy bào hai dao để gia công bánh răng côn được mô tả trên hình 13.13.

Máy bào hai dao bao gồm hai phần đó là phần mang chi tiết (2) và phần trượt của dao (hay đầu dao) (1). Chi tiết có thể quay quanh trục O2. Dao (3) và đầu dao (1) có thể qua quanh trục O1. Dao (3) ngoài chuyển động thẳng khứ hồi còn chuyển động bao quanh bề mặt của rãnh bánh răng côn nhờ chuyển động quay quanh trục O1 của dao và O2 của chi tiết. Sau khi bào xong một răng, chi tiết và đầu dao lại quay lại vị trí ban đầu, chi tiết quay đi một góc tương ứng với khoảng cách một răng và chu kỳ lại lặp lại như trên cho đến khi cắt hết các rãnh răng. Hai dao bào trong quá trình cắt luôn luôn có chuyển động ngược chiều nhau để khử bớt lực quán tính.

13.4.2. Gia công bánh răng côn răng cong

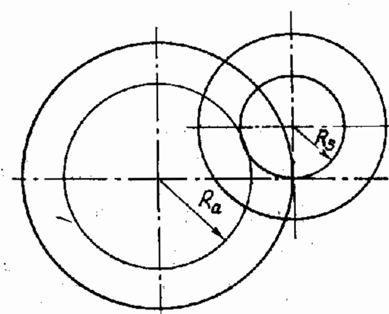
Bánh răng côn răng cong có 3 loại.

1 - Răng cung tròn (hay còn gọi là răng thuộc hệ Gleason). Loại này thường có chiều cao răng thay đổi.

2 - Răng cung epixiclôit (hay còn gọi là răng thuộc hệ Mammano), loại này có chiều cao răng không thay đổi.

3 - Răng cung thân khai (hay còn gọi là răng thuộc hệ Klingelnberg).

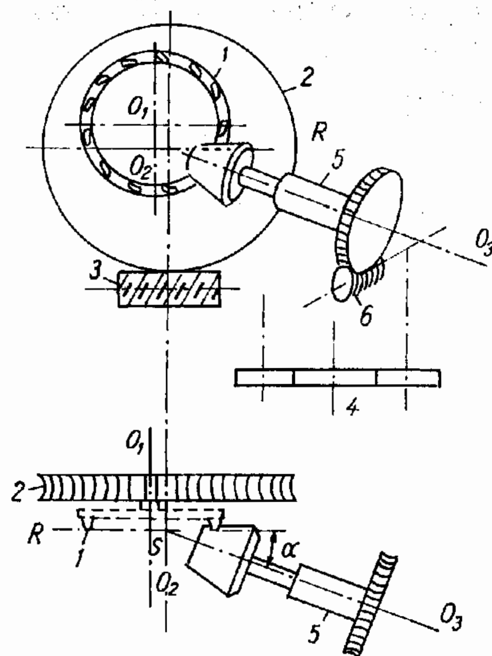
Nguyên lý cắt răng côn được tiến hành phỏng theo sự ăn khớp của bánh răng được gia công với một bánh răng dẹt sinh có mặt lăn của nó là mặt phẳng và biên dạng răng của nó có dạng thẳng hoặc cong theo bánh răng côn.



Hình 13.14 Sơ đồ nguyên lí tạo dạng cong của răng

Nếu bánh dẹt sinh có một vòng tròn bán kính Ra luôn luôn lăn không trượt với một vòng tròn bán kính Rs trên đầu dao (Hình 13.14), thì quỹ đạo chuyển động tương đối của một lưỡi cắt sẽ vạch trên bánh dẹt sinh một đường cong. Nếu Rs = 0 thì đường cong có dạng epixiclôit. Nếu Rs = ∞ thì đường cong có dạng đường thân khai.

Dựa vào nguyên lý nêu trên, phương pháp gia công răng côn răng cong (phương pháp Gleason) được giới thiệu trên hình 13.15.



Hình 13.15 Sơ đồ cắt răng cong

Đầu dao phay (1) quay quanh trục O1, khi cắt răng, bánh vít (2) sẽ quay quanh trục O2 nhờ trục vít (3) được nối với phần truyền động (4). Chi tiết (bánh răng côn) được gắn trên trục (5) và quay quanh trục O3 nhờ phần truyền động (4) và trục vít-bánh vít (6). Đỉnh của hình chóp bánh răng côn đi qua điểm S nằm trên trục O2 đồng thời trên mặt phẳng R của đầu lưỡi cắt.

Sau khi cắt hết một rãnh, dao và chi tiết được tách rời ra và tiến hành phân độ để cắt rãnh tiếp theo cho đến hết.

Chế tạo bánh răng côn răng cong đòi hỏi thiết bị phức tạp, vốn đầu tư cho sản xuất lớn hơn so với chế tạo bánh răng côn răng thẳng nhưng năng suất đạt được cao hơn vì quá trình cắt liên tục.

Bánh răng côn răng cong được sử dụng rộng rãi vì có khả năng truyền lực lớn, truyền động êm, ít ồn, hệ số trùng khớp cao, có thể đạt tỷ số truyền lớn trong phạm vi không gian tương đối bé.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Giáo trình Cơ khí đại cương, ĐHBK, Hà Nội 1990.

2. PGS. PTS. Hoàng Tùng, Cơ khí đại cương, NXB KHKT, Hà Nội 1994.

3. Công nghệ kim loại, tập 1 +2 +3, Nhà xuất bản ĐH THCN, 1985.

4. Trần Hữu Tường, Nguyễn Như Tự, Nguyễn Thúc Hà, Hàn thép và gang, Nhà xuất bản KHKT, Hà Nội 1985.

5. J. Pluhar, J. Korita, Strojírenské Materíaly, SNTL. Praha 1981.

6. Finlad Water Supply Programme, Operation Instructions and Manuals of Machines, Hanoi 1990.

7. Huỳnh Phan Tùng, Giáo trình công nghệ kim loại (phần gia công cắt gọt), ĐHXD, Hà Nội 1977.

8. Đặng Vũ Giao và các tác giả, Công nghệ chế tạo máy, ĐHBK, Hà Nội 1986.

9. Công nghệ chế tạo máy, tập 1 +2, NXB ĐH&THCN, Hà Nội 1985.

10. Nguyễn Văn Tính, Kỹ thuật mài, NXB CNKT, Hà Nội 1978.

11. Hà Văn Vui, Nguyễn Văn Long, Đồ gá trên máy cắt kim loại, tập 1 +2, NXB KHKT, Hà Nội 1987.

12. Trần Hữu Quế và các tác giả, Vẽ kỹ thuật cơ khí, NXBGD, Hà Nội 1992.

13. Prof. Dr. Prikryl, Obrábenia, SNTL, Praha 1976.

14. B. Janysh, Dielenské tabulky, SNTL, Praha 1976.

MỤC LỤC

Phần I
CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG PHÔI

Phần II
CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CẮT GỌT KIM LOẠI

CHƯƠNG 5 : CHẤT LƯỢNG VÀ LƯỢNG DƯ GIA CÔNG CƠ KHÍ

CHƯƠNG 6 : CHUẨN VÀ ĐỒ GÁ

CHƯƠNG 7 : TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU VÀ THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

CÔNG NGHỆ
GIA CÔNG KIM LOẠI

Chịu trách nhiệm xuất bản :
KTS. VŨ QUỐC CHINH

Biên soạn : THS. PHẠM ĐÌNH SÙNG
THS. BÙI LÊ GÔN
THS. TRỊNH DUY CẤP
Chế bản in : LÊ THỊ HƯƠNG
Sửa bản in : PHẠM ĐÌNH SÙNG
BÙI THỊ THÔNG
Can hình : ĐINH BẢO HẠNH
Vẽ bìa : NGUYỄN HỮU TÙNG

In 1000 cuốn khổ 19 × 27cm, tại xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy phép số 212/XB-QLXB-15 ngày 30-3-1998. In xong nộp lưu chiểu tháng 6-1998.